

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-331423

(43)Date of publication of application : 21.11.2003

(51)Int.Cl.

G11B 7/0045
G11B 7/125

(21)Application number : 2002-136177

(71)Applicant : RICOH CO LTD

(22)Date of filing : 10.05.2002

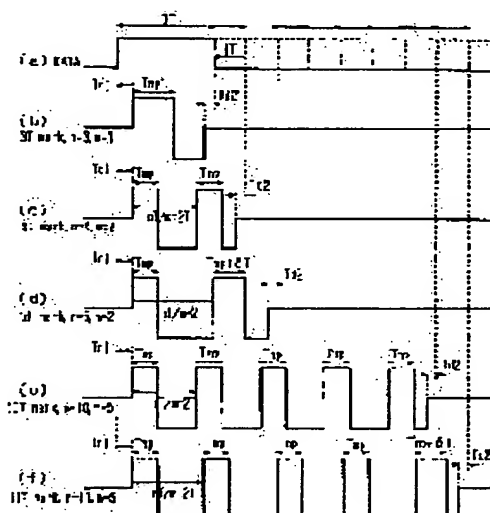
(72)Inventor : KATO MASANORI

(54) INFORMATION RECORDING METHOD AND INFORMATION RECORDING APPARATUS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an information recording method capable of specifying a complicated recording strategy coping with high speed recording by a few parameters and also setting an optimum strategy coping with a plurality of scanning line speeds.

SOLUTION: Under the condition that m multi-pulses with an irradiation power P_w form a recording mark with a temporal length of $n=n_1=2m$ (m is a natural number of 2 or over) and a recording mark with a temporal length of $n=n_2=2m+1$, a few parameters can specify the recording strategy including the recording strategy expressed in $T_{on}(n_1,i)=T_{on}(n_2,i) \neq \text{a constant } T_{mp}$ with high accuracy by specifying the pulse irradiation time of a final pulse as $T_{on}(n_1, m) = \text{the constant } T_{mp}$ in the case that n is an even number in particular and the final pulse irradiation time of the final pulse as $T_{on}(n_2, m) = \text{a constant } T_{lp} = T_{mp} + \delta T$ in the case that n is an odd number, where $T_{on}(n,i)$ indicates the irradiation time of the i -th (i is a natural number of 1 to $(m-1)$) pulse.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

07.06.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

BEST AVAILABLE COPY

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-331423

(P2003-331423A)

(43)公開日 平成15年11月21日(2003. 11. 21)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード(参考)
G 1 1 B	7/0045	G 1 1 B	A 5 D 0 9 0
	7/125		B 5 D 1 1 9
			5 D 7 8 9

審査請求 未請求 請求項の数38 O L (全 27 頁)

(21)出願番号 特願2002-136177(P2002-136177)

(22)出願日 平成14年5月10日(2002. 5. 10)

(71)出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72)発明者 加藤 将紀

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式

会社リコー内

(74)代理人 100101177

弁理士 柏木 慎史 (外2名)

Fターム(参考) 5D090 AA01 BB05 CC01 EED1 KK05

5D119 AA23 BA01 BB04 DA01 HA47

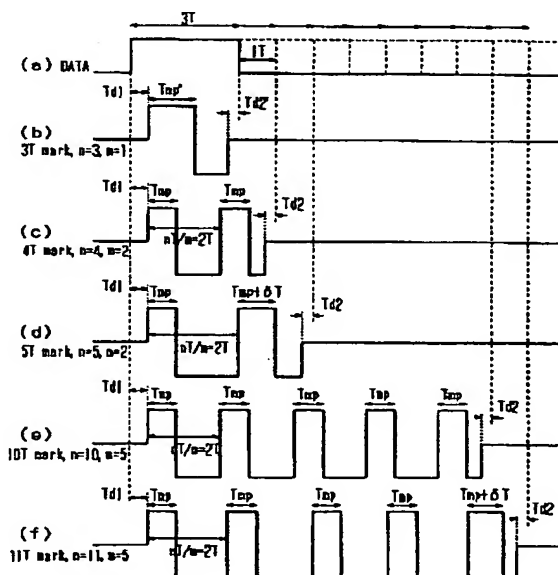
5D789 AA23 BA01 BB04 DA01 HA47

(54)【発明の名称】 情報記録方法及び情報記録装置

(57)【要約】

【課題】 高速記録に対応する複雑な記録ストラテジを数少ないパラメータで規定でき、複数の走査線速度に対応できる最適なストラテジを設定することが可能な情報記録方法を提供する。

【解決手段】 $n = n_1 = 2m$ (m は2以上の自然数)なる時間的長さの記録マークと $n = n_2 = 2m + 1$ なる時間的長さの記録マークとを照射パワー P_w の m 個のマルチパルスにより形成する条件下に、 i 番目 (i は $1 \sim (m-1)$ なる自然数) のパルスの照射時間を $T_{on}(n, i)$ で表すとき、 $T_{on}(n_1, i) = T_{on}(n_2, i) =$ 定数 T_{mp} とする記録ストラテジを含み、特に、 n が偶数の場合には、その最終パルスも $T_{on}(n_1, m) =$ 定数 T_{mp} とする一方、 n が奇数の場合については、その最終パルスを $T_{on}(n_2, m) =$ 定数 $T_{1p} = T_{mp} + \delta T$ と規定することで、少ないパラメータで記録ストラテジを精度よく規定できるようにした。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 記録マークの時間的長さが基本クロック周期 T の n 倍（ n は自然数）なる nT で表されるマーク長記録方式により情報を光情報記録媒体に対して記録する情報記録方法において、

時間的長さ nT が $2T$ 増加する毎に照射パワー P_w のバルスを1個増加させたマルチバルスにより記録マークを形成する際に、 n が奇数の場合の最終バルス以外の全ての各バルスの照射時間 T_{on} を全て同じとする記録ストラテジを用いるようにしたことを特徴とする情報記録方法。

【請求項2】 記録マークの時間的長さが基本クロック周期 T の n 倍（ n は自然数）なる nT で表されるマーク長記録方式により情報を光情報記録媒体に対して記録する情報記録方法において、

時間的長さ nT が $2T$ 増加する毎に照射パワー P_w のバルスを1個増加させた m 個（ m は自然数）のマルチバルスにより記録マークを形成する際に、第1のバルスの照射開始時間を論理的な記録マーク開始時間から時間 T_{d1} だけ遅らせるとともに第2以降のバルスの照射開始時間の周期を nT/m とする記録ストラテジを用いるようにしたことを特徴とする情報記録方法。

【請求項3】 記録マークの時間的長さが基本クロック周期 T の n 倍（ n は自然数）なる nT で表されるマーク長記録方式により情報を光情報記録媒体に対して記録する情報記録方法において、

$n = n_1 = 2m$ （ m は2以上の自然数）なる時間的長さの記録マークと $n = n_2 = 2m + 1$ なる時間的長さの記録マークとを照射パワー P_w の m 個のマルチバルスにより形成する際に、 i 番目（ i は1～（ $m-1$ ）なる自然数）のバルスの照射時間を $T_{on}(n, i)$ で表すとき、 $T_{on}(n_1, i) = T_{on}(n_2, i)$ とする記録ストラテジを含むようにしたことを特徴とする情報記録方法。

【請求項4】 $n \geq 4$ のとき、 $T_{on}(n, i) =$ 定数 T_{mp} としたことを特徴とする請求項3記載の情報記録方法。

【請求項5】 $n = n_1$ における m 番目の最終バルスの照射時間を $T_{on}(n_1, m)$ とするとき、 $T_{on}(n_1, m) =$ 定数 T_{mp} （ただし、 $0.5T \leq T_{mp} \leq 1.5T$ ）としたことを特徴とする請求項4記載の情報記録方法。

【請求項6】 $n = n_2$ における m 番目の最終バルスの照射時間を $T_{on}(n_2, m)$ とするとき、 $T_{on}(n_2, m) =$ 定数 $T_{1p} = T_{mp} + \delta T$ （ただし、 $0 \leq \delta \leq 0.5$ ）としたことを特徴とする請求項5記載の情報記録方法。

【請求項7】 照射パワー P_w のバルス $T_{on}(n, i)$ 、 $T_{on}(n, i+1)$ 間を照射パワー P_b （ただし、 $P_w > P_b$ ）の光で照射するようにしたことを特徴

とする請求項3ないし6の何れか一記載の情報記録方法。

【請求項8】 マーク間を記録する際に照射パワー P_e （ただし、 $P_w > P_e > P_b$ ）の光で照射するようにしたことを特徴とする請求項7記載の情報記録方法。

【請求項9】 第1のバルスの照射開始時間を論理的な記録マーク開始時間から時間 T_{d1} だけ遅らせるとともに第2以降のバルスの照射開始時間の周期を nT/m とする記録ストラテジを用いるようにしたことを特徴とする請求項3ないし8の何れか一記載の情報記録方法。

【請求項10】 $n \geq 4$ のとき、 m 番目の最終バルスの照射後に照射パワー P_b の最終オフバルスを付加し、この最終オフバルスを論理的なデータ終了時間より時間 T_{d2} （ただし、 T_{d2} は $-T \leq T_{d2} \leq T$ なる n に依存しない時間）だけ早く照射パワー P_e とさせる記録ストラテジを用いるようにしたことを特徴とする請求項9記載の情報記録方法。

【請求項11】 記録時の走査速度 v を v_L 、 v_H （ただし、 $v_L < v_H$ ）、各々の走査速度 v_L 、 v_H による記録時の基本クロック周期 T を $T(v_L)$ 、 $T(v_H)$ とし、 $v_L \times T(v_L) = v_H \times T(v_H)$ なる線密度一定の関係が成立するとき、走査速度 v_L での記録時の定数 T_{mp} を $T_{mp}(v_L)$ 、走査速度 v_H での記録時の定数 T_{mp} を $T_{mp}(v_H)$ とすると、

$$T_{mp}(v_H) < T_{mp}(v_L)、かつ、$$

$$T_{mp}(v_H)/T(v_H) > T_{mp}(v_L)/T(v_L)$$

を満たす記録ストラテジを用いるようにしたことを特徴とする請求項3ないし10の何れか一記載の情報記録方法。

【請求項12】 記録時の最低走査速度を v_0 、その時の基本クロック周期を T_0 とし、 α （ただし、 α は $\alpha \geq 1$ なる実数）を用いて記録時の走査速度が $v = \alpha \times v_0$ 、基本クロック周期が $T = T_0/\alpha$ で表されるとき、バルスの照射時間 T_{mp} が α の関数

$$T_{mp}(\alpha)/T(\alpha) = a \times \alpha + b$$

（ただし、 a は $0.1 \leq a \leq 0.4$ 、 b は $0.1 \leq b \leq 0.4$ なる定数）で表される記録ストラテジを用いるようにしたことを特徴とする請求項11記載の情報記録方法。

【請求項13】 $n = 3$ のときの照射時間 $T_{on}(3, 1)$ を $T_{mp}'(v)$ とするとき、 $T_{mp}'(v_H) < T_{mp}'(v_L)$ 、かつ、 $T_{mp}'(v_H)/T(v_H) > T_{mp}'(v_L)/T(v_L)$

を満たす記録ストラテジを用いるようにしたことを特徴とする請求項11又は12記載の情報記録方法。

【請求項14】 $T_{mp}'(v_H)/T_{mp}'(v_L) = T_{mp}(v_H)/T_{mp}(v_L)$ であることを特徴とする請求項13記載の情報記録方法。

【請求項 15】 $T_{d1}(v)/T(v)=0.5$ 、かつ、 $T_{d2}(v)/T(v)$ が走査速度 v に依らず一定であることを特徴とする請求項 11 ないし 14 の何れか一記載の情報記録方法。

【請求項 16】 $n=3$ のときの $T_{d2}(v)$ を $T_{d2'}(v)$ とすると、 $T_{d2'}(v)/T(v)$ が走査速度 v に依らず一定であることを特徴とする請求項 15 記載の情報記録方法。

【請求項 17】 $\delta(v)/T(v)$ が走査速度 v に依らず一定であることを特徴とする請求項 11, 12, 15 又は 16 記載の情報記録方法。

【請求項 18】 記録マークの時間的長さが基本クロック周期 T の n 倍 (n は自然数) なる nT で表されるマーク長記録方式により情報を光情報記録媒体に対して記録する情報記録方法において、

時間的長さ nT が $2T$ 増加する毎に照射パワー P_w のパルス m 個 (m は自然数) のマルチパルスにより記録マークを形成する際に、 n が偶数の場合の記録マーク形成時の第 2 以降のパルスの照射開始時間の周期は n の値に依らず一定とし、 n が奇数の場合の記録マーク形成時の第 2 以降のパルスの照射開始時間の周期は n の値の増加に伴い減少する記録ストラテジを用いるようにしたことを特徴とする情報記録方法。

【請求項 19】 記録マークの時間的長さが基本クロック周期 T の n 倍 (n は自然数) なる nT で表されるマーク長記録方式により情報を光情報記録媒体に対して記録する情報記録方法において、

時間的長さ nT が $2T$ 増加する毎に照射パワー P_w のパルス m 個 (m は自然数) のマルチパルスにより記録マークを形成する際に、最終パルスの照射後に付加される照射パワー P_b (ただし、 $P_b < P_w$) の最終オフパルスの照射時間 $T_{off}(n, m)$ を、 n が偶数の場合には n の値に依らず一定とし、 n が奇数の場合には n の値の増加に伴い減少する記録ストラテジを用いるようにしたことを特徴とする情報記録方法。

【請求項 20】 記録マークの時間的長さが基本クロック周期 T の n 倍 (n は自然数) なる nT で表されるマーク長記録方式により情報を光情報記録媒体に対して記録する情報記録装置において、

前記光情報記録媒体を回転させる回転駆動機構と、
前記光情報記録媒体に対して照射する光ビームを発するレーザ光源と、

このレーザ光源を発光させる光源駆動手段と、

前記レーザ光源が発する光ビームの発光波形に関する記録ストラテジが設定されて前記光源駆動手段を制御する発光波形制御手段と、

回転駆動される前記光情報記録媒体とこの光情報記録媒体に照射される前記光ビームとの間の相対的な走査速度を制御する速度制御手段と、を備え、

前記発光波形制御手段は、時間的長さ nT が $2T$ 増加す

る毎に照射パワー P_w のパルスを 1 個増加させたマルチパルスにより前記レーザ光源を発光させて記録マークを形成する際に、 n が奇数の場合の最終パルス以外の全ての各パルスの照射時間 T_{on} を全て同じとする記録ストラテジを用いるようにしたことを特徴とする情報記録装置。

【請求項 21】 記録マークの時間的長さが基本クロック周期 T の n 倍 (n は自然数) なる nT で表されるマーク長記録方式により情報を光情報記録媒体に対して記録する情報記録装置において、

前記光情報記録媒体を回転させる回転駆動機構と、

前記光情報記録媒体に対して照射する光ビームを発するレーザ光源と、

このレーザ光源を発光させる光源駆動手段と、

前記レーザ光源が発する光ビームの発光波形に関する記録ストラテジが設定されて前記光源駆動手段を制御する発光波形制御手段と、

回転駆動される前記光情報記録媒体とこの光情報記録媒体に照射される前記光ビームとの間の相対的な走査速度を制御する速度制御手段と、を備え、

前記発光波形制御手段は、時間的長さ nT が $2T$ 増加する毎に照射パワー P_w のパルスを 1 個増加させた m 個

(m は自然数) のマルチパルスにより前記レーザ光源を発光させて記録マークを形成する際に、第 1 のパルスの照射開始時間を論理的な記録マーク開始時間から時間 T_{d1} だけ遅らせるとともに第 2 以降のパルスの照射開始時間の周期を nT/m とする記録ストラテジを用いるようにしたことを特徴とする情報記録装置。

【請求項 22】 記録マークの時間的長さが基本クロック周期 T の n 倍 (n は自然数) なる nT で表されるマーク長記録方式により情報を光情報記録媒体に対して記録する情報記録装置において、

前記光情報記録媒体を回転させる回転駆動機構と、

前記光情報記録媒体に対して照射する光ビームを発するレーザ光源と、

このレーザ光源を発光させる光源駆動手段と、

前記レーザ光源が発する光ビームの発光波形に関する記録ストラテジが設定されて前記光源駆動手段を制御する発光波形制御手段と、

回転駆動される前記光情報記録媒体とこの光情報記録媒体に照射される前記光ビームとの間の相対的な走査速度を制御する速度制御手段と、を備え、

前記発光波形制御手段は、 $n = n_1 = 2m$ (m は 2 以上の自然数) なる時間的長さの記録マークと $n = n_2 = 2m + 1$ なる時間的長さの記録マークとを照射パワー P_w の m 個のマルチパルスにより前記レーザ光源を発光させて形成する際に、 i 番目 (i は $1 \sim (m-1)$ なる自然数) のパルスの照射時間を $T_{on}(n, i)$ で表すと

き、 $T_{on}(n_1, i) = T_{on}(n_2, i)$ とする記録ストラテジを含むようにしたことを特徴とする情報記

録装置。

【請求項 23】 前記発光波形制御手段は、 $n \geq 4$ のとき、 $T_{on}(n, i) = \text{定数 } T_{mp}$ とすることを特徴とする請求項 22 記載の情報記録装置。

【請求項 24】 前記発光波形制御手段は、 $n = n_1$ における m 番目の最終パルスの照射時間を $T_{on}(n_1, m)$ とするとき、 $T_{on}(n_1, m) = \text{定数 } T_{mp}$ (ただし、 $0.5T \leq T_{mp} \leq 1.5T$) とすることを特徴とする請求項 23 記載の情報記録装置。

【請求項 25】 前記発光波形制御手段は、 $n = n_2$ における m 番目の最終パルスの照射時間を $T_{on}(n_2, m)$ とするとき、 $T_{on}(n_2, m) = \text{定数 } T_{1p} = T_{mp} + \delta T$ (ただし、 $0 \leq \delta \leq 0.5$) とすることを特徴とする請求項 23 記載の情報記録装置。

【請求項 26】 前記発光波形制御手段は、照射パワー P_w のパルス $T_{on}(n, i)$ 、 $T_{on}(n, i+1)$ 間を照射パワー P_b (ただし、 $P_w > P_b$) の光で照射させる記録ストラテジとするようにしたことを特徴とする請求項 22 ないし 25 の何れか一記載の情報記録装置。

【請求項 27】 前記発光波形制御手段は、マーク間を記録する際に照射パワー P_e (ただし、 $P_w > P_e > P_b$) の光で照射させる記録ストラテジとするようにしたことを特徴とする請求項 26 記載の情報記録装置。

【請求項 28】 前記発光波形制御手段は、第 1 のパルスの照射開始時間を論理的な記録マーク開始時間から時間 T_{d1} だけ遅らせるとともに第 2 以降のパルスの照射開始時間の周期を nT/m とする記録ストラテジを用いるようにしたことを特徴とする請求項 22 ないし 27 の何れか一記載の情報記録装置。

【請求項 29】 前記発光波形制御手段は、 $n \geq 4$ のとき、 m 番目の最終パルスの照射後に照射パワー P_b の最終オフパルスを付加し、この最終オフパルスを論理的なデータ終了時間より時間 T_{d2} (ただし、 $T_{d2} = -T \leq T_{d2} \leq T$ なる n に依存しない時間) だけ早く照射パワー P_e とさせる記録ストラテジを用いるようにしたことを特徴とする請求項 28 記載の情報記録装置。

【請求項 30】 前記発光波形制御手段は、記録時の走査速度 v を v_L 、 v_H (ただし、 $v_L < v_H$)、各々の走査速度 v_L 、 v_H による記録時の基本クロック周期 T を $T(v_L)$ 、 $T(v_H)$ とし、 $v_L \times T(v_L) = v_H \times T(v_H)$ なる線密度一定の関係が成立するとき、走査速度 v_L での記録時の定数 T_{mp} を $T_{mp}(v_L)$ 、走査速度 v_H での記録時の定数 T_{mp} を $T_{mp}(v_H)$ とすると、 $T_{mp}(v_H) < T_{mp}(v_L)$ 、かつ、 $T_{mp}(v_H)/T(v_H) > T_{mp}(v_L)/T(v_L)$

を満たす記録ストラテジを用いるようにしたことを特徴とする請求項 22 ないし 29 の何れか一記載の情報記録

装置。

【請求項 31】 前記発光波形制御手段は、記録時の最低走査速度を v_0 、その時の基本クロック周期を T_0 とし、 α (ただし、 α は $\alpha \geq 1$ なる実数) を用いて記録時の走査速度が $v = \alpha \times v_0$ 、基本クロック周期が $T = T_0/\alpha$ で表されるとき、パルスの照射時間 T_{mp} が α の関数

$$T_{mp}(\alpha)/T(\alpha) = a \times \alpha + b$$

(ただし、 a は $0.1 \leq a \leq 0.4$ 、 b は $0.1 \leq b \leq 0.4$ なる定数) で表される記録ストラテジを用いるようにしたことを特徴とする請求項 30 記載の情報記録装置。

【請求項 32】 前記発光波形制御手段は、 $n = 3$ のときの照射時間 $T_{on}(3, 1)$ を $T_{mp}'(v)$ とするとき、

$$T_{mp}'(v_H) < T_{mp}'(v_L)、かつ、T_{mp}'(v_H)/T(v_H) > T_{mp}'(v_L)/T(v_L)$$

を満たす記録ストラテジを用いるようにしたことを特徴とする請求項 30 又は 31 記載の情報記録装置。

【請求項 33】 $T_{mp}'(v_H)/T_{mp}'(v_L) = T_{mp}(v_H)/T_{mp}(v_L)$ であることを特徴とする請求項 32 記載の情報記録装置。

【請求項 34】 $T_{d1}(v)/T(v) = 0.5$ 、かつ、 $T_{d2}(v)/T(v)$ が走査速度 v に依らず一定であることを特徴とする請求項 29 ないし 33 の何れか一記載の情報記録装置。

【請求項 35】 $n = 3$ のときの $T_{d2}(v)$ を $T_{d2}'(v)$ とすると、 $T_{d2}'(v)/T(v)$ が走査速度 v に依らず一定であることを特徴とする請求項 34 記載の情報記録装置。

【請求項 36】 $\delta(v)/T(v)$ が走査速度 v に依らず一定であることを特徴とする請求項 29、30、34 又は 35 記載の情報記録装置。

【請求項 37】 記録マークの時間的長さが基本クロック周期 T の n 倍 (n は自然数) なる nT で表されるマーク長記録方式により情報を光情報記録媒体に対して記録する情報記録装置において、

前記光情報記録媒体を回転させる回転駆動機構と、前記光情報記録媒体に対して照射する光ビームを発するレーザ光源と、

このレーザ光源を発光させる光源駆動手段と、

前記レーザ光源が発する光ビームの発光波形に関する記録ストラテジが設定されて前記光源駆動手段を制御する発光波形制御手段と、

回転駆動される前記光情報記録媒体とこの光情報記録媒体に照射される前記光ビームとの間の相対的な走査速度を制御する速度制御手段と、を備え、

前記発光波形制御手段は、時間的長さ nT が $2T$ 増加する毎に照射パワー P_w のパルスを 1 個増加させたマルチ

パルスにより前記レーザ光源を発光させて記録マークを形成する際に、 n が偶数の場合の記録マーク形成時の第2以降のパルスの照射開始時間の周期は n の値に依らず一定とし、 n が奇数の場合の記録マーク形成時の第2以降のパルスの照射開始時間の周期は n の値の増加に伴い減少する記録ストラテジを用いるようにしたことを特徴とする情報記録装置。

【請求項38】 記録マークの時間的長さが基本クロック周期 T の n 倍（ n は自然数）なる nT で表されるマーク長記録方式により情報を光情報記録媒体に対して記録する情報記録装置において、

前記光情報記録媒体を回転させる回転駆動機構と、

前記光情報記録媒体に対して照射する光ビームを発するレーザ光源と、

このレーザ光源を発光させる光源駆動手段と、

前記レーザ光源が発する光ビームの発光波形に関する記録ストラテジが設定されて前記光源駆動手段を制御する発光波形制御手段と、

回転駆動される前記光情報記録媒体とこの光情報記録媒体に照射される前記光ビームとの間の相対的な走査速度を制御する速度制御手段と、を備え、

前記発光波形制御手段は、時間的長さ nT が $2T$ 増加する毎に照射パワー P_w のパルスを1個増加させた m 個（ m は自然数）のマルチパルスにより前記レーザ光源を発光させて記録マークを形成する際に、最終パルスの照射後に付加される照射パワー P_b （ただし、 $P_b < P_w$ ）の最終オフパルスの照射時間 $T_{off}(n, m)$ を、 n が偶数の場合には n の値に依らず一定とし、 n が奇数の場合には n の値の増加に伴い減少する記録ストラテジを用いるようにしたことを特徴とする情報記録装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、記録可能な光情報記録媒体、特にCD-RW、DVD-RAM、DVD-RW、DVD+RW等の相変化型の光情報記録媒体に適した情報記録方法及び情報記録装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、光情報記録媒体の高速記録の需要が高まっている。特に、ディスク状の光記録媒体の場合、回転速度を高くすることで記録・再生速度を上げることが可能なため、高速化が進んでいる。光ディスクの中でも記録時に照射する光の強度変調のみで記録が可能である光記録媒体は、その記録機構の単純さから、媒体と記録装置の低価格化が可能であると同時に、再生も強度変調された光を用いているため、再生専用装置との高い互換性が確保できることから普及が進み、近年の電子情報の大容量化により、さらに高密度化・高速記録化の需要が高くなっている。

【0003】このような光ディスクのうち、多数回の書

換えが可能であることから、相変化材料を用いたものが主流となってきた。相変化材料を用いた光ディスクの場合、照射する光ビームの強度変調により、記録層材料を急冷状態と徐冷状態を作ることによって記録を行う。急冷状態になると、記録層材料は非晶質（アモルファス）となり、徐冷状態になると結晶となる。非晶質と結晶では光学的な物性が異なるため、光情報を記録することができる。

【0004】記録原理が、このような記録層材料の「急冷」と「徐冷」という複雑な機構を用いているため、高速での記録には特開平9-219021号公報で開示されているような、パルス分割され、3値に強度変調された記録光を媒体に照射することで行う。このような記録方法としては、特開平9-138947号公報、特開平9-219021号公報、Recordable Compact Disc Systems Part III(通称Orange Book Part III)version 2.0, 同 volume 2 version 1.1, DVD+RW Basic Format Specifications version 1.1に記載されたものを例示できる。

【0005】これらの記録方法では、図24(a)に示すようなマークを図24(b)に示すようにマークのある部分をHigh、ない部分をLowであるデータとすると、時間的長さが基本クロック周期 T の整数倍になるマーク長及びマーク間記録方法を用いる場合に適用される。即ち、記録されるマークは自然数 n を用いると時間的長さ nT となる。自然数 n の範囲はその変調方式により異なり、コンパクトディスクCD系では3~11であり、DVD系では3~11と14となっている。図24は $n=6$ の場合を例示している。

【0006】上記従来技術では、図24(c)に示すように、時間的長さ nT のマークを形成するために m 個のマルチパルスを照射している。 m は n に依存しており、その関係は $m=n-1$ 又は $m=n-2$ である。これはCD、DVDでは n の最小値が3であることに起因している。また、パルスの照射周期、即ち、各パルスの立上り周期は図24(c)に示す通り $1T$ となる。 $m=n-2$ の場合も同様であり、図24(d)に示す通り、パルスの照射周期は $1T$ となる。ただし、何れの場合においても、第1のパルスの周期及び幅は独自に設定されている。

【0007】この記録方法はマーク長が $1T$ 長くなるとパルスの数を1個追加するだけで対応できるのが特徴であり、マーク長記録方式に非常に適した記録方法とされている。

【0008】しかし、記録速度が速くなると、基本クロック周波数が高くなり、24倍速相当のCD-RWでは約104MHz、5倍相当のDVD-RW、DVD+RWでは約131MHzとなるため、従来の記録方法（記録ストラテジ）では、パルス照射時間の内、立上り及び立下りに要する時間の占める割合が高くなり、実効的な

照射光エネルギー、即ち、積分値が低くなってしまふ。

【0009】図25にその例を示す。点線で示した理想的な照射波形に対して、実際の発光波形は、立上り、立下りに時間を要するために、図25(a)に点線で示すような矩形にはならず、実線で示すようになる。さらに、基本クロックが高くなり基本クロック周期が、図25(b)に示すように、立上り、立下り時間の占める比率が高くなり、十分高いピークパワー P_w と十分低いボトムパワー P_b が確保できなくなる。つまり、ピークパワー P_w は ΔP_w だけ低くなり、ボトムパワー P_b は ΔP_b だけ高くなってしまふ。ピークパワー P_w が低くなることで、アモルファス化するのに十分な温度に上昇する体積が減少してしまひ、また、ボトムパワー P_b が十分に低くないと、急冷ができず再結晶化が促進され、結果としてアモルファス領域の体積が減少してしまふ。従って、再生信号振幅の低下となり、再生信頼性を著しく低下させることになる。

【0010】このような現象を解決するためには、立上り、立下り時間の短い発光が可能な光源（レーザダイオードとその駆動装置）が必要となるが、100MHzを超える周波数に対応するためには、立上り、立下りに要する時間が1ns以下とすることが必要であり、非常に困難となる。

【0011】そこで、現行の発光光源のままで高速記録する技術として、特開平9-134525号公報、米国特許第5732062号明細書に開示されている方法により記録パルス数を減らすことで対応することが提案されている。この技術によれば、従来では基本クロック周期 T の n 倍の長さ、つまり、 nT のマークを形成するために、 $(n-1)$ 個のパルスを照射させることで行っていたところを、 n が偶数、つまり、 $n=2m$ の場合は m 個のパルス照射でマークを形成し、 n が奇数、つまり、 $n=2m+1$ の場合も m 個のパルス照射でマークを形成する。即ち、CD-RWで採用されているEFM変調方式では n は3から11までの自然数であることから、 $n=3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11$ に対して照射パルス数は2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10であった。これに対して特開平9-134525号公報、米国特許第5732062号明細書では、 $n=3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11$ に対して照射パルス数は1, 2, 2, 3, 3, 4, 4, 5, 5となり、略半数の照射パルス数となる。従って、図25(c)に示すように、1パルスの照射時間は $(n-1)$ 個の場合の0.5 T 相当から、1 T 相当なる略2倍となるため、立上り、立下り時間の影響を受けにくくなる。

【0012】一方、長さの異なる記録マーク $2mT$ と $(2m+1)T$ とを m 個の同数のパルス照射で形成するため、照射周期を一定とすることができなくなる。このため、 $n=2m$ の記録マークのみ、任意のパルスの照射時間($P=P_w$ の時間)と冷却時間($P=P_b$ の時間)

とを短くすることで行っている。

【0013】特開2001-331936公報では時間的長さ nT の記録マークを形成するために、 m 個のマルチパルスを用いる記録方法が開示されており、その比率 $n/m \geq 1.25$ としていると同時に上述の特開平9-134525号公報の場合と同様に、 $n=2m$ と $n=2m+1$ との長さの異なる記録マークを m 個の同数のパルス照射で記録する技術についても詳細に記述されている。同数のパルス照射で長さを調整する方法については、第1のパルスの照射時間と冷却時間及び最終パルスの照射時間と冷却時間を調整することで可能としている。

【0014】しかし、基本的には各々のマーク長さに対して、全てのパルスの照射時間、冷却時間を定義することになる。コンパクトディスクで用いられているEFM(Eight to Fourteen Modulation: 8-16変調)の場合は69個のパラメータが必要であり、DVDで用いられるEFM+(8-16変調の一種)を用いる場合は77個のパラメータが必要となる。定義するパラメータを少なくするために、 $m \geq 3$ の第1パルスの照射時間を n に依らず統一する手法、 $m \geq 3$ の場合の中間パルス(第1パルス、最終パルスを除くパルス)の照射時間と冷却時間とを統一する手法などが提案されているが、 $m=1, 2$ の場合、つまり、 $n \leq 5$ の場合は、各々について独自にパラメータを設定する必要があるとしている。従って、記録発光波形(記録ストラテジ)を定義するために非常に多くのパラメータが必要となっている。さらに、記録速度(走査速度)が異なる場合は、その記録速度毎に異なるパターンが必要とされており、統一可能なパラメータとして $P=P_w$ の照射時間(記録速度によって変化するクロック周期に対する相対時間ではなく、パルス幅の実時間)を記録速度に依らず一定にすることで解決できるとしている。

【0015】また、CD-R/RW, DVD+RW/Rに代表される追記型又は書換え型光ディスクの場合は、ディスクの記録条件に関わるパラメータをディスク自身にプリフォーマットしておくのが一般的である。ディスク情報をプリフォーマットとして記録する方法の例としてCD-R/RWのATIP(Absolute Time in Pregroove) Extra Informationsに記録される情報や、DVD+RW/RのADIP(Address in Pregroove)のPhysical Informationがある。これらの情報にはディスクの種類や準拠する標準のバージョンなどの基本的な条件と同時に、記録可能な走査速度、最適な記録パワー及び最適な記録パワーをテスト記録にて算出するために必要なパラメータや最適な記録ストラテジを規定するパラメータなどが記録されている。最適な記録ストラテジを規定するパラメータとしては、CD-RWの標準規格書によると $\varepsilon(=P_e/P_w)$, Strategy Optimization(dT_{top} , dT_{era})があり、DVD+RWの標

準規格書によると、 T_{top} 、 dT_{top} 、 T_{mp} 、 dT_{era} 、 ε_1 、 ε_2 がある。

【0016】情報記録装置はディスクに記録するときにこれらの情報を読み取り、記録ストラテジを決定する。そのため、パラメータとしては詳細に決定されていることが、記録装置は正確な記録ストラテジを設定することができるため好ましいが、情報量が多くなる欠点がある。特に、CD-R/RWシステムの場合はプリフォーマットできる情報量(容量)に制限があり、CD-RWの場合で21ビット×6=126ビット分の情報しか入れることができない。それ以上の情報を付加する場合は、ディスク最内周部又は最外周部の未使用領域に新しく定義した領域、例えば、CD-R Multi-speedで採用されるXAA(Extra Additional Information Area)などを使用するか、プリビット等で情報を記録する必要がある。

【0017】記録装置では、これらのプリフォーマットされたディスク情報を前述の通り記録動作時に装置に読み込み、最適な記録ストラテジを設定するが、ディスク毎に多量のパラメータが設定されていると処理する内容が煩雑になるため、ストラテジ発生回路が複雑になってしまう。

【0018】

【発明が解決しようとする課題】これらの理由からストラテジの規定は少ないパラメータで正確なものが望まれている。

【0019】本発明の目的は、高速記録に対応する複雑な記録ストラテジを規定する多数のパラメータを用いる記録方法ではなく、数少ないパラメータの規定のみで、複数の走査線速度に対応できる最適なストラテジを設定することが可能な情報記録方法及び情報記録装置を提供することである。

【0020】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明は、記録マークの時間的長さが基本クロック周期 T の n 倍(n は自然数)なる nT で表されるマーク長記録方式により情報を光情報記録媒体に対して記録する情報記録方法において、時間的長さ nT が $2T$ 増加する毎に照射パワー P_w のパルスを1個増加させたマルチパルスにより記録マークを形成する際に、 n が奇数の場合の最終パルス以外の全ての各パルスの照射時間 T_{on} を全て同じとする記録ストラテジを用いるようにした。

【0021】従って、基本的に、時間的長さ nT が $2T$ 増加する毎に照射パワー P_w のパルスを1個増加させたマルチパルスにより記録マークを形成する記録ストラテジを利用するので、1パルス当りの照射時間 T_{on} を基本クロック周期 T に対して長くとれるため、発光の立上りに要する時間の影響を少なくでき、低い記録パワーで高い変調度と低いジッタを実現できる上に、 n が奇数の場合の最終パルス以外の全ての各パルスの照射時間 T_{on}

を全て同じとする記録ストラテジとすることで、特性に影響の少ないパラメータを統一しているため、少ないパラメータで記録ストラテジを精度よく規定することができる。

【0022】請求項2記載の発明は、記録マークの時間的長さが基本クロック周期 T の n 倍(n は自然数)なる nT で表されるマーク長記録方式により情報を光情報記録媒体に対して記録する情報記録方法において、時間的長さ nT が $2T$ 増加する毎に照射パワー P_w のパルスを1個増加させた m 個(m は自然数)のマルチパルスにより記録マークを形成する際に、第1のパルスの照射開始時間を論理的な記録マーク開始時間から時間 T_{d1} だけ遅らせるとともに第2以降のパルスの照射開始時間の周期を nT/m とする記録ストラテジを用いるようにした。

【0023】従って、基本的に、時間的長さ nT が $2T$ 増加する毎に照射パワー P_w のパルスを1個増加させたマルチパルスにより記録マークを形成する記録ストラテジを利用するので、1パルス当りの照射時間 T_{on} を基本クロック周期 T に対して長くとれるため、発光の立上りに要する時間の影響を少なくでき、低い記録パワーで高い変調度と低いジッタを実現できる上に、第1のパルスの照射開始時間を論理的な記録マーク開始時間から時間 T_{d1} だけ遅らせるとともに第2以降のパルスの照射開始時間の周期を nT/m とする記録ストラテジとすることで、マーク形状の均一性に影響の少なくなるようにパラメータを統一することができ、少ないパラメータで記録ストラテジを精度よく規定することができる。

【0024】請求項3記載の発明は、記録マークの時間的長さが基本クロック周期 T の n 倍(n は自然数)なる nT で表されるマーク長記録方式により情報を光情報記録媒体に対して記録する情報記録方法において、 $n=n_1=2m$ (m は2以上の自然数)なる時間的長さの記録マークと $n=n_2=2m+1$ なる時間的長さの記録マークとを照射パワー P_w の m 個のマルチパルスにより形成する際に、 i 番目(i は1～($m-1$)なる自然数)のパルスの照射時間を $T_{on}(n, i)$ で表すとき、 $T_{on}(n_1, i)=T_{on}(n_2, i)$ とする記録ストラテジを含むようにした。請求項4記載の発明は、請求項3記載の情報記録方法において、 $n \geq 4$ のとき、 $T_{on}(n, i)=\text{定数 } T_{mp}$ とした。

【0025】従って、基本的に、 $n=2m$ 、 $n=2m+1$ の異なる長さのマークを同じ m 個のパルスで形成する記録ストラテジを利用するので、1パルス当りの照射時間を基本クロック周期 T に対して長くとれるため、発光の立上りに要する時間の影響を少なくでき、低い記録パワーで高い変調度と低いジッタを実現できる上に、 $T_{on}(n_1, i)=T_{on}(n_2, i)$ とする記録ストラテジを含む記録ストラテジとすることで、特性に影響の少ない条件下で極力パルスの共通化を図っているた

め、少ないパラメータで記録ストラテジを精度よく規定することができる。

【0026】請求項5記載の発明は、請求項4記載の情報記録方法において、 $n=n_1$ における m 番目の最終パルスの照射時間を $T_{on}(n_1, m)$ とすると、 $T_{on}(n_1, m) = \text{定数} T_{mp}$ (ただし、 $0.5T \leq T_{mp} \leq 1.5T$)とした。

【0027】従って、 n が偶数のマーク長の場合には最終パルスの照射時間も他のパルスの照射時間と共通化させることができ、記録ストラテジに関するパラメータを減らすために効果的となる。

【0028】請求項6記載の発明は、請求項5記載の情報記録方法において、 $n=n_2$ における m 番目の最終パルスの照射時間を $T_{on}(n_2, m)$ とすると、 $T_{on}(n_2, m) = \text{定数} T_{1p} = T_{mp} + \delta T$ (ただし、 $0 \leq \delta \leq 0.5$)とした。

【0029】従って、 n が奇数のマーク長の場合には、共通なパラメータ δ を用いてその最終パルスの照射時間で補正しているので、マークジッタ、スペースジッタを最小限に抑えることができる上に、統一された共通のパラメータ δ を用いればよいので、少ないパラメータで記録ストラテジを正確に規定することが可能となる。

【0030】請求項7記載の発明は、請求項3ないし6の何れか記載の情報記録方法において、照射パワー P_w のパルス $T_{on}(n, i)$ 、 $T_{on}(n, i+1)$ 間を照射パワー P_b (ただし、 $P_w > P_b$)の光で照射するようにした。

【0031】従って、例えば色素系の追記型なる光情報記録媒体に対する2値のパワーを用いた記録の場合にも適用できる。

【0032】請求項8記載の発明は、請求項7記載の情報記録方法において、マーク間を記録する際に照射パワー P_e (ただし、 $P_w > P_e > P_b$)の光で照射するようにした。

【0033】従って、例えば相変化記録材料による書換え型なる光情報記録媒体に対する3値のパワーを用いた記録の場合に適用することで、ダイレクトオーバーライトが可能となる。

【0034】請求項9記載の発明は、請求項3ないし8の何れか記載の情報記録方法において、第1のパルスの照射開始時間を論理的な記録マーク開始時間から時間 T_{d1} だけ遅らせるとともに第2以降のパルスの照射開始時間の周期を nT/m とする記録ストラテジを用いるようにした。

【0035】従って、第1のパルスの照射開始時間を論理的な記録マーク開始時間から時間 T_{d1} だけ遅らせるとともに第2以降のパルスの照射開始時間の周期を nT/m とする記録ストラテジとすることで、マーク形状の均一性に影響の少なくなるようにパラメータを統一することができ、少ないパラメータで記録ストラテジを精度

よく規定することができる。

【0036】請求項10記載の発明は、請求項9記載の情報記録方法において、 $n \geq 4$ のとき、 m 番目の最終パルスの照射後に照射パワー P_b の最終オフパルスを付加し、この最終オフパルスを論理的なデータ終了時間より時間 T_{d2} (ただし、 T_{d2} は $-T \leq T_{d2} \leq T$ なる n に依存しない時間)だけ早く照射パワー P_e とさせる記録ストラテジを用いるようにした。

【0037】従って、最終オフパルスを論理的なデータ終了時間より時間 T_{d2} だけ早く照射パワー P_e とさせるという全てに共通なパラメータ T_{d2} を用いる記録ストラテジとすることで、照射パワー P_b の照射時間を媒体毎に最適化できるため、スペースジッタを低減することができ、少ないパラメータで記録ストラテジを精度よく規定することができる。

【0038】請求項11記載の発明は、請求項3ないし10の何れか記載の情報記録方法において、記録時の走査速度 v を v_L, v_H (ただし、 $v_L < v_H$)、各々の走査速度 v_L, v_H による記録時の基本クロック周期 T を $T(v_L), T(v_H)$ とし、 $v_L \times T(v_L) = v_H \times T(v_H)$ なる線密度一定の関係が成立するとき、走査速度 v_L での記録時の定数 T_{mp} を $T_{mp}(v_L)$ 、走査速度 v_H での記録時の定数 T_{mp} を $T_{mp}(v_H)$ とすると、 $T_{mp}(v_H) < T_{mp}(v_L)$ 、かつ、 $T_{mp}(v_H)/T(v_H) > T_{mp}(v_L)/T(v_L)$

を満たす記録ストラテジを用いるようにした。

【0039】従って、記録時の走査速度に対してパルスの照射時間のデューティ T_{mp}/T のみを変動させることで、異なる走査速度に対応できる記録ストラテジとしているので、少ないパラメータで幅広い走査速度範囲で良好なジッタを実現することができる。特に、基本クロック周期 T に対するパルスの照射時間 T_{mp} を相対的に短くすることにより、走査速度が変化する場合でも記録用の照射パワー P_w の大きさが変わらず記録ストラテジに変更を要しない記録方法となる。

【0040】請求項12記載の発明は、請求項11記載の情報記録方法において、記録時の最低走査速度を v_0 、その時の基本クロック周期を T_0 とし、 α (ただし、 α は $\alpha \geq 1$ なる実数)を用いて記録時の走査速度が $v = \alpha \times v_0$ 、基本クロック周期が $T = T_0/\alpha$ で表されるとき、パルスの照射時間 T_{mp} が α の関数 $T_{mp}(\alpha)/T(\alpha) = a \times \alpha + b$

(ただし、 a は $0.1 \leq a \leq 0.4$ 、 b は $0.1 \leq b \leq 0.4$ なる定数)で表される記録ストラテジを用いるようにした。

【0041】従って、請求項11記載の情報記録方法を実現する上で、そのパラメータの最適化を図ることができる。

【0042】請求項13記載の発明は、請求項11又は12記載の情報記録方法において、 $n=3$ のときの照射時間 $T_{on}(3, 1)$ を $T_{mp}'(v)$ とすると、 $T_{mp}'(v_H) < T_{mp}'(v_L)$ 、かつ、 $T_{mp}'(v_H)/T(v_H) > T_{mp}'(v_L)/T(v_L)$

を満たす記録ストラテジを用いるようにした。

【0043】従って、第1のパルスで最終パルスとなる1つのみのパルスを用いる $n=3$ の場合にも、記録時の走査速度に対してパルスの照射時間のデューティ T_{mp}'/T のみを変動させることで、異なる走査速度に対応できる記録ストラテジとしているので、少ないパラメータで幅広い走査速度範囲で良好なジッタを実現することができる。特に、基本クロック周期 T に対するパルスの照射時間 T_{mp}' を相対的に短くすることにより、走査速度が変化する場合でも記録用の照射パワー P_w の大きさが変わらず記録ストラテジに変更を要しない記録方法となる。

【0044】請求項14記載の発明は、請求項13記載の情報記録方法において、 $T_{mp}'(v_H)/T_{mp}'(v_L) = T_{mp}(v_H)/T_{mp}(v_L)$ である。

【0045】従って、実時間に関しては $n=3$ の場合も $n \geq 4$ の場合と共通化を図ることで、記録ストラテジに関するパラメータを減らすために効果的となる。

【0046】請求項15記載の発明は、請求項11ないし14の何れか一記載の情報記録方法において、 $T_{d1}(v)/T(v) = 0.5$ 、かつ、 $T_{d2}(v)/T(v)$ が走査速度 v に依らず一定である。

【0047】従って、請求項11ないし14記載の情報記録方法を実現する上で、そのパラメータの最適化を図ることができる。

【0048】請求項16記載の発明は、請求項15記載の情報記録方法において、 $n=3$ のときの $T_{d2}(v)$ を $T_{d2}'(v)$ とすると、 $T_{d2}'(v)/T(v)$ が走査速度 v に依らず一定である。

【0049】従って、請求項15記載の情報記録方法を実現する上で、そのパラメータの最適化を図ることができる。

【0050】請求項17記載の発明は、請求項11, 12, 15又は16記載の情報記録方法において、 $\delta(v)/T(v)$ が走査速度 v に依らず一定である。

【0051】従って、請求項11, 12, 15又は16記載の情報記録方法を実現する上で、そのパラメータの最適化を図ることができる。

【0052】請求項18記載の発明は、記録マークの時間的長さが基本クロック周期 T の n 倍(n は自然数)なる nT で表されるマーク長記録方式により情報を光情報記録媒体に対して記録する情報記録装置において、時間的長さ nT が $2T$ 増加する毎に照射パワー P_w のパルスを1個増加させたマルチパルスにより記録マークを形成

する際に、 n が偶数の場合の記録マーク形成時の第2以降のパルスの照射開始時間の周期は n の値に依らず一定とし、 n が奇数の場合の記録マーク形成時の第2以降のパルスの照射開始時間の周期は n の値の増加に伴い減少する記録ストラテジを用いるようにした。

【0053】従って、基本的に、時間的長さ nT が $2T$ 増加する毎に照射パワー P_w のパルスを1個増加させたマルチパルスにより記録マークを形成する記録ストラテジを利用するので、1パルス当りの照射時間 T_{on} を基本クロック周期 T に対して長くとれるため、発光の立上りに要する時間の影響を少なくでき、低い記録パワーで高い変調度と低いジッタを実現できる上に、 n が偶数の場合の記録マーク形成時の第2以降のパルスの照射開始時間の周期は n の値に依らず一定とし、 n が奇数の場合の記録マーク形成時の第2以降のパルスの照射開始時間の周期は n の値の増加に伴い減少する記録ストラテジとすることで、特性に影響の少ないパラメータを nT/m として統一しているため、少ないパラメータで記録ストラテジを精度よく規定することができる。

【0054】請求項19記載の発明は、記録マークの時間的長さが基本クロック周期 T の n 倍(n は自然数)なる nT で表されるマーク長記録方式により情報を光情報記録媒体に対して記録する情報記録装置において、時間的長さ nT が $2T$ 増加する毎に照射パワー P_w のパルスを1個増加させた m 個(m は自然数)のマルチパルスにより記録マークを形成する際に、最終パルスの照射後に付加される照射パワー P_b (ただし、 $P_b < P_w$)の最終オフパルスの照射時間 $T_{off}(n, m)$ を、 n が偶数の場合には n の値に依らず一定とし、 n が奇数の場合には n の値の増加に伴い減少する記録ストラテジを用いるようにした。

【0055】従って、基本的に、時間的長さ nT が $2T$ 増加する毎に照射パワー P_w のパルスを1個増加させたマルチパルスにより記録マークを形成する記録ストラテジを利用するので、1パルス当りの照射時間 T_{on} を基本クロック周期 T に対して長くとれるため、発光の立上りに要する時間の影響を少なくでき、低い記録パワーで高い変調度と低いジッタを実現できる上に、最終パルスの照射後に付加される照射パワー P_b の最終オフパルスの照射時間 $T_{off}(n, m)$ を、 n が偶数の場合には n の値に依らず一定とし、 n が奇数の場合には n の値の増加に伴い減少する記録ストラテジとすることで、特性に影響の少ないパラメータを統一しているため、少ないパラメータで記録ストラテジを精度よく規定することができる。

【0056】請求項20記載の発明は、記録マークの時間的長さが基本クロック周期 T の n 倍(n は自然数)なる nT で表されるマーク長記録方式により情報を光情報記録媒体に対して記録する情報記録装置において、前記光情報記録媒体を回転させる回転駆動機構と、前記光情

報記録媒体に対して照射する光ビームを発するレーザ光源と、このレーザ光源を発光させる光源駆動手段と、前記レーザ光源が発する光ビームの発光波形に関する記録ストラテジが設定されて前記光源駆動手段を制御する発光波形制御手段と、回転駆動される前記光情報記録媒体とこの光情報記録媒体に照射される前記光ビームとの間の相対的な走査速度を制御する速度制御手段と、を備え、前記発光波形制御手段は、時間的長さ nT が $2T$ 増加する毎に照射パワー P_w のパルスを 1 個増加させたマルチパルスにより前記レーザ光源を発光させて記録マークを形成する際に、 n が奇数の場合の最終パルス以外の全ての各パルスの照射時間 T_{on} を全て同じとする記録ストラテジを用いるようにした。

【0057】従って、基本的に、時間的長さ nT が $2T$ 増加する毎に照射パワー P_w のパルスを 1 個増加させたマルチパルスにより記録マークを形成する記録ストラテジを利用するので、1 パルス当りの照射時間 T_{on} を基本クロック周期 T に対して長くとれるため、発光の立上りに要する時間の影響を少なくでき、低い記録パワーで高い変調度と低いジッタを実現できる上に、 n が奇数の場合の最終パルス以外の全ての各パルスの照射時間 T_{on} を全て同じとする記録ストラテジとすることで、特性に影響の少ないパラメータを統一しているため、少ないパラメータで記録ストラテジを精度よく規定することができる。

【0058】請求項 21 記載の発明は、記録マークの時間的長さが基本クロック周期 T の n 倍 (n は自然数) なる nT で表されるマーク長記録方式により情報を光情報記録媒体に対して記録する情報記録装置において、前記光情報記録媒体を回転させる回転駆動機構と、前記光情報記録媒体に対して照射する光ビームを発するレーザ光源と、このレーザ光源を発光させる光源駆動手段と、前記レーザ光源が発する光ビームの発光波形に関する記録ストラテジが設定されて前記光源駆動手段を制御する発光波形制御手段と、回転駆動される前記光情報記録媒体とこの光情報記録媒体に照射される前記光ビームとの間の相対的な走査速度を制御する速度制御手段と、を備え、前記発光波形制御手段は、時間的長さ nT が $2T$ 増加する毎に照射パワー P_w のパルスを 1 個増加させた m 個 (m は自然数) のマルチパルスにより前記レーザ光源を発光させて記録マークを形成する際に、第 1 のパルスの照射開始時間を論理的な記録マーク開始時間から時間 T_{d1} だけ遅らせるとともに第 2 以降のパルスの照射開始時間の周期を nT/m とする記録ストラテジを用いるようにした。

【0059】従って、基本的に、時間的長さ nT が $2T$ 増加する毎に照射パワー P_w のパルスを 1 個増加させたマルチパルスにより記録マークを形成する記録ストラテジを利用するので、1 パルス当りの照射時間 T_{on} を基本クロック周期 T に対して長くとれるため、発光の立上

りに要する時間の影響を少なくでき、低い記録パワーで高い変調度と低いジッタを実現できる上に、第 1 のパルスの照射開始時間を論理的な記録マーク開始時間から時間 T_{d1} だけ遅らせるとともに第 2 以降のパルスの照射開始時間の周期を nT/m とする記録ストラテジとすることで、マーク形状の均一性に影響の少なくなるようにパラメータを統一することができ、少ないパラメータで記録ストラテジを精度よく規定することができる。

【0060】請求項 22 記載の発明は、記録マークの時間的長さが基本クロック周期 T の n 倍 (n は自然数) なる nT で表されるマーク長記録方式により情報を光情報記録媒体に対して記録する情報記録装置において、前記光情報記録媒体を回転させる回転駆動機構と、前記光情報記録媒体に対して照射する光ビームを発するレーザ光源と、このレーザ光源を発光させる光源駆動手段と、前記レーザ光源が発する光ビームの発光波形に関する記録ストラテジが設定されて前記光源駆動手段を制御する発光波形制御手段と、回転駆動される前記光情報記録媒体とこの光情報記録媒体に照射される前記光ビームとの間の相対的な走査速度を制御する速度制御手段と、を備え、前記発光波形制御手段は、 $n = n_1 = 2m$ (m は 2 以上の自然数) なる時間的長さの記録マークと $n = n_2 = 2m + 1$ なる時間的長さの記録マークとを照射パワー P_w の m 個のマルチパルスにより前記レーザ光源を発光させて形成する際に、 i 番目 (i は $1 \sim (m-1)$ なる自然数) のパルスの照射時間を $T_{on}(n, i)$ で表すとき、 $T_{on}(n_1, i) = T_{on}(n_2, i)$ とする記録ストラテジを含むようにした。請求項 23 記載の発明は、請求項 22 記載の情報記録装置において、前記発光波形制御手段は、 $n \geq 4$ のとき、 $T_{on}(n, i) =$ 定数 T_{mp} とする。

【0061】従って、基本的に、 $n = 2m$ 、 $n = 2m + 1$ の異なる長さのマークを同じ m 個のパルスで形成する記録ストラテジを利用するので、1 パルス当りの照射時間を基本クロック周期 T に対して長くとれるため、発光の立上りに要する時間の影響を少なくでき、低い記録パワーで高い変調度と低いジッタを実現できる上に、 $T_{on}(n_1, i) = T_{on}(n_2, i)$ とする記録ストラテジを含む記録ストラテジとすることで、特性に影響の少ない条件下で極力パルスの共通化を図っているため、少ないパラメータで記録ストラテジを精度よく規定することができる。

【0062】請求項 24 記載の発明は、請求項 23 記載の情報記録装置において、前記発光波形制御手段は、 $n = n_1$ における m 番目の最終パルスの照射時間を $T_{on}(n_1, m)$ とするとき、 $T_{on}(n_1, m) =$ 定数 T_{mp} (ただし、 $0.5T \leq T_{mp} \leq 1.5T$) とする。

【0063】従って、 n が偶数のマーク長の場合には最終パルスの照射時間も他のパルスの照射時間と共通化させることができ、記録ストラテジに関するパラメータを

減らすために効果的となる。

【0064】請求項25記載の発明は、請求項23記載の情報記録装置において、前記発光波形制御手段は、 $n = n_2$ における m 番目の最終パルスの照射時間を $T_{on}(n_2, m)$ とすると、 $T_{on}(n_2, m) = \text{定数 } T_{1p} = T_{mp} + \delta T$ (ただし、 $0 \leq \delta \leq 0.5$)とする。

【0065】従って、 n が奇数のマーク長の場合には、共通なパラメータ δ を用いてその最終パルスの照射時間で補正しているので、マークジッタ、スペースジッタを最小限に抑えることができる上に、統一された共通のパラメータ δ を用いればよいので、少ないパラメータで記録ストラテジを正確に規定することが可能となる。

【0066】請求項26記載の発明は、請求項22ないし25の何れか一記載の情報記録装置において、前記発光波形制御手段は、照射パワー P_w のパルス $T_{on}(n, i)$ 、 $T_{on}(n, i+1)$ 間を照射パワー P_b (ただし、 $P_w > P_b$)の光で照射させる記録ストラテジとするようにした。

【0067】従って、例えば色素系の追記型なる光情報記録媒体に対する2値のパワーを用いた記録の場合にも適用できる。

【0068】請求項27記載の発明は、請求項26記載の情報記録装置において、前記発光波形制御手段は、マーク間を記録する際に照射パワー P_e (ただし、 $P_w > P_e > P_b$)の光で照射させる記録ストラテジとするようにした。

【0069】従って、例えば相変化記録材料による書換え型なる光情報記録媒体に対する3値のパワーを用いた記録の場合に適用することで、ダイレクトオーバーライトが可能となる。

【0070】請求項28記載の発明は、請求項22ないし27の何れか一記載の情報記録装置において、前記発光波形制御手段は、第1のパルスの照射開始時間を論理的な記録マーク開始時間から時間 T_{d1} だけ遅らせるとともに第2以降のパルスの照射開始時間の周期を nT/m とする記録ストラテジを用いるようにした。

【0071】従って、第1のパルスの照射開始時間を論理的な記録マーク開始時間から時間 T_{d1} だけ遅らせるとともに第2以降のパルスの照射開始時間の周期を nT/m とする記録ストラテジとすることで、マーク形状の均一性に影響の少なくなるようにパラメータを統一することができ、少ないパラメータで記録ストラテジを精度よく規定することができる。

【0072】請求項29記載の発明は、請求項28記載の情報記録装置において、前記発光波形制御手段は、 $n \geq 4$ のとき、 m 番目の最終パルスの照射後に照射パワー P_b の最終オフパルスを付加し、この最終オフパルスを論理的なデータ終了時間より時間 T_{d2} (ただし、 T_{d2} は $-T \leq T_{d2} \leq T$ なる n に依存しない時間)だけ

早く照射パワー P_e とさせる記録ストラテジを用いるようにした。

【0073】従って、最終オフパルスを論理的なデータ終了時間より時間 T_{d2} だけ早く照射パワー P_e とさせるという全てに共通なパラメータ T_{d2} を用いる記録ストラテジとすることで、照射パワー P_b の照射時間を媒体毎に最適化できるため、スペースジッタを低減することができ、少ないパラメータで記録ストラテジを精度よく規定することができる。

【0074】請求項30記載の発明は、請求項22ないし29の何れか一記載の情報記録装置において、前記発光波形制御手段は、記録時の走査速度 v を v_L 、 v_H (ただし、 $v_L < v_H$)、各々の走査速度 v_L 、 v_H による記録時の基本クロック周期 T を $T(v_L)$ 、 $T(v_H)$ とし、 $v_L \times T(v_L) = v_H \times T(v_H)$ なる線密度一定の関係が成立するとき、走査速度 v_L での記録時の定数 T_{mp} を $T_{mp}(v_L)$ 、走査速度 v_H での記録時の定数 T_{mp} を $T_{mp}(v_H)$ とすると、 $T_{mp}(v_H) < T_{mp}(v_L)$ 、かつ、 $T_{mp}(v_H)/T(v_H) > T_{mp}(v_L)/T(v_L)$

を満たす記録ストラテジを用いるようにした。

【0075】従って、記録時の走査速度に対してパルスの照射時間のデューティ T_{mp}/T のみを変動させることで、異なる走査速度に対応できる記録ストラテジとしているので、少ないパラメータで幅広い走査速度範囲で良好なジッタを実現することができる。特に、基本クロック周期 T に対するパルスの照射時間 T_{mp} を相対的に短くすることにより、走査速度が変化する場合でも記録用の照射パワー P_w の大きさが変わらず記録ストラテジに変更を要しない記録方法となる。

【0076】請求項31記載の発明は、請求項30記載の情報記録装置において、前記発光波形制御手段は、記録時の最低走査速度を v_0 、その時の基本クロック周期を T_0 とし、 α (ただし、 α は $\alpha \geq 1$ なる実数)を用いて記録時の走査速度が $v = \alpha \times v_0$ 、基本クロック周期が $T = T_0/\alpha$ で表されるとき、パルスの照射時間 T_{mp} が α の関数

$$T_{mp}(\alpha)/T(\alpha) = a \times \alpha + b$$

(ただし、 a は $0.1 \leq a \leq 0.4$ 、 b は $0.1 \leq b \leq 0.4$ なる定数)で表される記録ストラテジを用いるようにした。

【0077】従って、請求項30記載の情報記録装置を実現する上で、そのパラメータの最適化を図ることができる。

【0078】請求項32記載の発明は、請求項30又は31記載の情報記録装置において、前記発光波形制御手段は、 $n=3$ のときの照射時間 $T_{on}(3, 1)$ を $T_{mp}'(v)$ とすると、 $T_{mp}'(v_H) < T_{mp}'(v_L)$ 、かつ、

$$T_{mp}'(v_H)/T(v_H) > T_{mp}'(v_L)/T(v_L)$$

を満たす記録ストラテジを用いるようにした。

【0079】従って、第1のバルスで最終バルスとなる1つのみのバルスを用いる $n=3$ の場合にも、記録時の走査速度に対してバルスの照射時間のデューティ T_{mp}'/T のみを変動させることで、異なる走査速度に対応できる記録ストラテジとしているので、少ないパラメータで幅広い走査速度範囲で良好なジッタを実現することができる。特に、基本クロック周期 T に対するバルスの照射時間 T_{mp}' を相対的に短くすることにより、走査速度が変化する場合でも記録用の照射パワー P_w の大きさが変わらず記録ストラテジに変更を要しない記録方法となる。

【0080】請求項33記載の発明は、請求項32記載の情報記録装置において、 $T_{mp}'(v_H)/T_{mp}'(v_L) = T_{mp}(v_H)/T_{mp}(v_L)$ である。

【0081】従って、実時間に関しては $n=3$ の場合も $n \geq 4$ の場合と共通化を図ることで、記録ストラテジに関するパラメータを減らすために効果的となる。

【0082】請求項34記載の発明は、請求項29ないし33の何れか一記載の情報記録装置において、 $T_{d1}(v)/T(v) = 0.5$ 、かつ、 $T_{d2}(v)/T(v)$ が走査速度 v に依らず一定である。

【0083】従って、請求項29ないし33記載の情報記録装置を実現する上で、そのパラメータの最適化を図ることができる。

【0084】請求項35記載の発明は、請求項34記載の情報記録装置において、 $n=3$ のときの $T_{d2}(v)$ を $T_{d2}'(v)$ とすると、 $T_{d2}'(v)/T(v)$ が走査速度 v に依らず一定である。

【0085】従って、請求項34記載の情報記録装置を実現する上で、そのパラメータの最適化を図ることができる。

【0086】請求項36記載の発明は、請求項29、30、34又は35記載の情報記録装置において、 $\delta(v)/T(v)$ が走査速度 v に依らず一定である。

【0087】従って、請求項29、30、33又は34記載の情報記録装置を実現する上で、そのパラメータの最適化を図ることができる。

【0088】請求項37記載の発明は、記録マークの時間的長さが基本クロック周期 T の n 倍(n は自然数)なる nT で表されるマーク長記録方式により情報を光情報記録媒体に対して記録する情報記録装置において、前記光情報記録媒体を回転させる回転駆動機構と、前記光情報記録媒体に対して照射する光ビームを発するレーザ光源と、このレーザ光源を発光させる光源駆動手段と、前記レーザ光源が発する光ビームの発光波形に関する記録ストラテジが設定されて前記光源駆動手段を制御する発光波形制御手段と、回転駆動される前記光情報記録媒体

とこの光情報記録媒体に照射される前記光ビームとの間の相対的な走査速度を制御する速度制御手段と、を備え、前記発光波形制御手段は、時間的長さ nT が $2T$ 増加する毎に照射パワー P_w のバルスを1個増加させたマルチバルスにより前記レーザ光源を発光させて記録マークを形成する際に、 n が偶数の場合の記録マーク形成時の第2以降のバルスの照射開始時間の周期は n の値に依らず一定とし、 n が奇数の場合の記録マーク形成時の第2以降のバルスの照射開始時間の周期は n の値の増加に伴い減少する記録ストラテジを用いるようにした。

【0089】従って、基本的に、時間的長さ nT が $2T$ 増加する毎に照射パワー P_w のバルスを1個増加させたマルチバルスにより記録マークを形成する記録ストラテジを利用するので、1バルス当りの照射時間 T_{on} を基本クロック周期 T に対して長くとれるため、発光の立上りに要する時間の影響を少なくでき、低い記録パワーで高い変調度と低いジッタを実現できる上に、 n が偶数の場合の記録マーク形成時の第2以降のバルスの照射開始時間の周期は n の値に依らず一定とし、 n が奇数の場合の記録マーク形成時の第2以降のバルスの照射開始時間の周期は n の値の増加に伴い減少する記録ストラテジとすることで、特性に影響の少ないパラメータを nT/m として統一しているため、少ないパラメータで記録ストラテジを精度よく規定することができる。

【0090】請求項38記載の発明は、記録マークの時間的長さが基本クロック周期 T の n 倍(n は自然数)なる nT で表されるマーク長記録方式により情報を光情報記録媒体に対して記録する情報記録装置において、前記光情報記録媒体を回転させる回転駆動機構と、前記光情報記録媒体に対して照射する光ビームを発するレーザ光源と、このレーザ光源を発光させる光源駆動手段と、前記レーザ光源が発する光ビームの発光波形に関する記録ストラテジが設定されて前記光源駆動手段を制御する発光波形制御手段と、回転駆動される前記光情報記録媒体とこの光情報記録媒体に照射される前記光ビームとの間の相対的な走査速度を制御する速度制御手段と、を備え、前記発光波形制御手段は、時間的長さ nT が $2T$ 増加する毎に照射パワー P_w のバルスを1個増加させた m 個(m は自然数)のマルチバルスにより前記レーザ光源を発光させて記録マークを形成する際に、最終バルスの照射後に付加される照射パワー P_b (ただし、 $P_b < P_w$)の最終オフバルスの照射時間 $T_{off}(n, m)$ を、 n が偶数の場合には n の値に依らず一定とし、 n が奇数の場合には n の値の増加に伴い減少する記録ストラテジを用いるようにした。

【0091】従って、基本的に、時間的長さ nT が $2T$ 増加する毎に照射パワー P_w のバルスを1個増加させたマルチバルスにより記録マークを形成する記録ストラテジを利用するので、1バルス当りの照射時間 T_{on} を基本クロック周期 T に対して長くとれるため、発光の立上

りに要する時間の影響を少なくでき、低い記録パワーで高い変調度と低いジッタを実現できる上に、最終パルスの照射後に付加される照射パワー P_b の最終オフパルスの照射時間 $T_{off}(n, m)$ を、 n が偶数の場合には n の値に依らず一定とし、 n が奇数の場合には n の値の増加に伴い減少する記録ストラテジとすることで、特性に影響の少ないパラメータを統一しているため、少ないパラメータで記録ストラテジを精度よく規定することができる。

【0092】

【発明の実施の形態】本発明の一実施の形態を図1ないし図22に基づいて説明する。

【0093】本実施の形態は、照射光の強度変調によって記録、消去或いは書換えが可能な光情報記録媒体、特に相変化型の光情報記録媒体に対する情報記録方法及び情報記録装置（情報再生装置を含む）に適用される。

【0094】光情報記録媒体への記録は、強度変調した光ビームを照射及び走査し、媒体に記録マークを形成することで行う。記録マークは光の照射により光学的な特性が異なる領域であり、媒体の記録層中に形成される。情報記録装置及び情報再生装置はこの記録マーク部の光学特性の差を利用して情報を再生する。記録マークの状態は記録層材料の種類によって異なり、磁性体の記録層材料の場合は、磁気配向の異なる領域であり、相変化材料の場合は相の異なる領域となる。現在最も一般的である書換え型光情報記録媒体である相変化材料を用いた光情報記録媒体においては、記録層材料として、結晶相とアモルファス相（非晶質層）を有する材料を用いている。このような相変化記録層材料としては $SbTe$ 系合金、 $GeSbTe$ 系合金、 $AgInSbTe$ 系合金、 $GaGeSbTe$ 系合金などがある。相変化記録層材料は結晶相とアモルファス相で光学特性が大きく異なるため、結晶相中にアモルファス相のマークを形成することによって情報を記録することが可能である。また、結晶相とアモルファス相とが可逆的な相転移をする場合は、書換え可能な光情報記録媒体となる。

【0095】【情報記録方法】結晶相中にアモルファスマークを形成するためには記録層又は記録層近傍に集光した光を照射及び走査することで行う。この時、前述した通り、強度変調をした光ビームを照射することで行う。図1及び図2に本実施の形態の前提となる強度変調方式の発光波形（記録ストラテジ）を示す。図2（a）は記録すべき情報DATAを示す。本実施の形態の情報記録方法では、PWM（Pulse Width Modulation）を光情報記録媒体に応用した記録マーク長、マーク間長変調方式で情報を記録するものとする。この記録方式では記録マークの長さ nT とマーク間の長さ mT を基本クロック周期 T を単位として制御することにより情報を記録することができる。光情報記録媒体の記録方法の一つであるマーク位置変調方式よりも記録密度を高くすることが可能なた

め、高密度化できることが特徴であり、CD、DD（Double Density）CDで採用されるEFM、DVDで採用されるEFM+などの光ディスクに採用されている変調方式である。記録マーク長、マーク間長変調方式は記録マーク長とマーク間長（以下、スペース長）とを正確に制御することが重要である。これらの変調方式では記録マーク長、スペース長ともに基本クロック周期 T に対して nT （ n は自然数）の時間的長さとする。

【0096】図2（a）では横軸が時間的長さに相当し縦軸が記録する情報であり、Highレベルになっているところが記録マークに相当する。図1及び図2（a）はEFM又はEFM+の場合を例として示しているため、 n は3～11と14である。このうち、 $n=3, 4, 5, 10, 11$ の場合の記録ストラテジを抽出して図2

（b）～（f）に示す。このとき、横軸は図2（a）と同様に時間的長さに相当し、縦軸は照射する光の強度（照射パワー） P である。照射する光の強度は P_w, P_e, P_b の3値をとり、その関係は $P_w > P_e > P_b$ である。 P_w を記録パワー、 P_e を消去パワー、 P_b をバイアスパワーと呼ぶ。 $P=P_e$ で光ビームが照射された場合、相変化記録層は結晶状態となる。即ち、マークを消去（マーク間を記録）することになる。一方、 $P=P_w$ と $P=P_b$ との強度変調で照射された場合、相変化記録層はアモルファス状態となる。即ち、記録マークを形成することになる。 P_w, P_e, P_b は媒体の記録相材料の熱的特性、光学的特性から決定されるが、消去パワー P_e は $0.2P_w \sim 0.6P_w$ の範囲にあることが好ましく、バイアスパワー P_b は $0 \sim 0.1P_w$ の範囲にあることが好ましい。

【0097】本実施の形態の記録ストラテジは、時間的長さ nT の記録マークを記録するために m 個の $P=P_w$ のオンパルスと $P=P_b$ のオフパルスとを用いる。 n と m の関係は以下の通りである。 n が偶数 n_1 の場合は、 $n_1=2m$ の関係が成立し、 n が奇数 n_2 の場合は、 $n_2=2m+1$ の関係が成立しなくてはならない。即ち、時間的長さ nT が $2T$ 増加する毎にパワー P_w のオンパルス、パワー P_b のオフパルスを各々1個増加させたマルチパルスにより記録マークを形成するものである。ここに、時間的長さ nT のマークを形成するときの $P=P_w$ をとる i 番目（ $i=1, \dots, m$ ）のパルスの幅（照射時間）を $T_{on}(n, i)$ と表す。従来のCD-RW、DVD-RW、DVD+RWで採用されている $m=n-1$ の記録ストラテジと比較するとパルスの周期が略2倍となるため、 T_{on}/T を長くすることが可能となる。そのため、パワー P の立上り・立下り時間の影響を相対的に低くすることができ、基本クロック周期 T が短い高速記録にも対応することができる。

【0098】照射時間 T_{on} の範囲は任意であるが、 $0.5T \sim 1.5T$ の範囲が好ましい。 $0.5T$ より短くなると、照射時間が短すぎるため十分なエネルギーを

記録層に与えることができなくなり、結果として記録マークの幅（走査方向と垂直方向のマーク長）が小さくなり、記録信号の振幅が低くなって、変調度が低下して再生信頼性の低い媒体となってしまう。照射時間 T_{on} が1.5Tより長くなると、パワー $P=P_b$ となる時間が相対的に短くなるため、急冷状態を維持するのが困難になってくる。そのため、記録層にエネルギーを十分に加えることができるが、再結晶化により記録マークが小さくなってしまふ。さらに、媒体にかかる絶対的なエネルギー量が大きくなるため、多数回の記録・書換え（オーバーライト）を行うと、記録層とその周辺に熱的損傷が発生するため、信頼性が低下してしまう。

【0099】このようなストラテジの場合は、 m 番目のパルスの照射時間、即ち、 $T_{on}(n, m)$ が記録されるマーク長に最も大きな影響を与える。特に、 $n=n_2$ （奇数）の場合にはそれがさらに顕著になる。図3に $T_{on}(n, m)$ とマーク長のずれ量であるマークデビエーションとの関係を示す。マークデビエーション $D(n)$ は、再生されたマーク長を $L(n)$ とすると、 $D(n)=L(n)-nT$ で表される。つまり、 $D(n)=0$ となると論理的なマーク長と実際の記録マーク長とに差が無くなるため、良好な記録マークといえる。 n が奇数（ $n=2m+1$ ）の場合は $T_{on}(n, m)$ の D 依存性が、 n が偶数（ $n=2m$ ）の場合に比べて大きくなっていることが分かる。これは、 $n_1 \cdot T$ と $n_2 \cdot T$ の異なるマーク長を同数 m 個のパルスで記録することに起因する。 $n_2 \cdot T$ マークは $n_1 \cdot T$ マークよりも1T分長くなっているため、その補正を最終パルスの照射時間とパルスの周期とで補正する必要があるためである。

【0100】一方、最終パルス以外のパルス照射時間は記録マークの長さへの影響は少ないことが分かっている。図4に最終パルス（ m 番目以外のパルス）幅のデビエーション依存性を示す。 n が奇数（ $n=2m+1$ ）、偶数（ $n=2m$ ）に依らず、依存性は小さく、かつ、奇数と偶数との明確な差異はない。そのため、 m 番目の最終パルスの照射時間以外の照射時間 T_{on} は n が偶数であるか奇数であるかに依らず記録ストラテジを統一することが可能である。

【0101】即ち、 $1 \leq i \leq m-1$ のとき、 $T_{on}(n_1, i)=T_{on}(n_2, i)$ とすることが可能である。

【0102】さらに、2つ以上のパルスを用いる場合、即ち、 $m \geq 2$ 、 $n \geq 4$ の場合には、 n, i に依らず全てのパルスを統一することが可能である。即ち、 $T_{on}(n, i)=\text{定数 } T_{mp}$ （ $n \geq 4$ 、 $1 \leq i \leq m-1$ ）とすることができる。このとき、定数 T_{mp} は0.5T~1.5Tであることが好ましい。

【0103】さらに、 n が偶数の場合の最終パルスも記録マークへの影響が小さい。 n が偶数、つまり、 $n=n$

$_1$ の場合の m 番目のパルス $T_{on}(n_1, m)$ も n_1 に依らず、

$$T_{on}(n_1, m)=T_{mp}$$

とすることができる。これらの事項は、 n が偶数の場合に属する $n=14$ の場合も同様である。

【0104】一方、 n が奇数、即ち、 $n=n_2$ の場合の最終パルス幅は、 $m \geq 2$ 、即ち、 $n_2 \geq 5$ の場合には n_2 によらず統一することが可能である。即ち、

$$T_{on}(n_2, m)=T_{1p} \quad (n_2 \geq 5, m \geq 2)$$

である。これは、 $D(n_2)$ の最終パルス幅依存性が n_2 に依らずほぼ一定なためである。しかし、 n_1 と同じ長さのパルス幅を設定すると、図2に示すように奇数のマークは偶数のマークよりも常に短くなる傾向にある。そのため、 $n_1 \cdot T$ マークのデビエーションと $n_2 \cdot T$ マークのデビエーションを D_0 に揃えるためには、 $n_2 \cdot T$ マークの最終パルス $T_{on}(n_2, m)$ を $T_{on}(n_1, m)=T_{mp}$ よりも δT だけ長くする必要がある。即ち、

$$T_{on}(n_2, m)=T_{on}(n_1, m)+\delta T$$

従って、

$$T_{1p}=T_{mp}+\delta T$$

となる。 δ は光情報記録媒体の記録層の熱特性によって最適な値が選ばれるが、0~1.0の範囲が好ましく、さらに好ましくは0~0.5の範囲である。 δ が1.0を超えると、奇数マークの長さが長くなりすぎる。また、0.5を超えると、最終パルスのパワー P_w の変動による効果が大きくなりすぎるため、マーク長の記録パワー P_w 依存性が n が偶数の場合と大きく異なってしまう、記録パワーマージンが著しく狭くなる傾向にある。

【0105】この結果、 n が奇数の場合の最終パルス以外の全ての各パルスの照射時間 T_{on} を全て同じ（ $=T_{mp}$ ）にすることができる。

【0106】ところで、記録マーク長、マーク間長変調記録ではマーク長と同様にスペース長も重要となってくる。これは、2値化された情報上では、マークもスペースも等価に扱われ、その境界のみが特異点とされるためである。従って、スペース長の制御が必要になっていくが、マーク長が決定してしまえばスペース長は必然的に決まってしまう。しかし、そのばらつきは前後マークに大きく依存してしまう。つまり、 n が奇数の記録マークの後のスペース長と n が偶数の記録マークの後のスペース長とが異なってしまうことがある。

【0107】これらを最適化するために、第1のパルスの立上り開始時間 T_{d1} と m 番目のオフパルスの後の $P=P_e$ となる立上り開始時間のデータ終了時間からのずれ時間 T_{d2} を制御することで可能となる。特に、ずれ時間 T_{d2} のスペースジッタに与える影響が大きくなっているため、ずれ時間 T_{d2} を各マーク長さ毎に最適な値を設定することが必要である。これは、ずれ時間 T_{d2} が記録マークに続くスペースの開始時間を決めてい

るパラメータであることに起因する。

【0108】しかし、 $m \geq 2$ の記録マークの場合の時間 T_{d2} は統一することが可能である。その範囲は $-T \sim T$ の範囲が好ましく、さらに好ましくは $-0.5T \sim 0.75T$ の範囲である。

【0109】一方、時間 T_{d1} も同様にスペースジッタに影響するが、 T_{d1} と T_{d2} とは相対的なものであり一方に対して他方は従属的となるので、 T_{d2} と同時に最適化を行った場合は全ての n に対して統一することが可能となる。時間 T_{d1} の範囲としては $0T \sim 1T$ の範囲にあることが好ましい。

【0110】これまでに、記録ストラテジを規定するために、多くのパラメータの統一を論じてきたが、最小マークである $3T$ マークに関しては、その立上りのずれ時間 T_{d1} 以外のパラメータは独自に設定する必要がある。これは、 $3T$ マークのみ $m=1$ であり、そのパルスが、最終パルスであると同時に最初のパルス（第1のパルス）であるため、 $m \geq 2$ のストラテジパターンとは明らかに異なる。このため、そのパルス照射時間 $T_{on}(3, 1)$ は独自に設定する必要がある、 $T_{on}(3, 1) = T_{mp}'$ である。 T_{mp}' は記録層材料の熱的特性や光学的特性、さらに記録時の走査線速度及びクロック周期によって最適化され、その範囲は $0.5T \sim 2.0T$ の範囲であることが好ましい。同様に、ずれ時間 T_{d2} も $n=3$ のものは独自に設定することが必要であり、その範囲は $-T \sim T$ の範囲が好ましく、さらに好ましくは $-0.5T \sim 0.75T$ の範囲である。

【0111】ところで、パルスの照射周期はマーク形状の均一性に影響する。パルス照射周期が不均一の場合はマーク形状が歪みやすく、その結果として再生された信号も歪んでしまい、ジッタを悪化させる傾向にある。この傾向はパルス照射時間 T_{mp} が小さい場合、即ち、 $P = P_w$ となるパルス幅が小さく、 $P = P_b$ となる時間が相対的に長くなる場合に顕著となる。

【0112】パルス照射周期は均一であることが好ましく、さらに好ましくはその周期が略 nT/m となることである。ただし、ここでの周期は平均的な周期を意味し、個別の周期ではない。つまり、例えば、 $nT = 11T$ のマークを記録するときに、5個のパルスの平均周期を $nT/m = 11T/5 = 2.2T$ とすることであり、全ての周期を 2.2 にする必要はない。例えば、第1のパルスと第2のパルスとの周期を $2.4T$ とし、第2から第4のパルスまでの周期を $2.0T$ とし、第4から第5のパルスの周期を $2.4T$ とした場合も平均周期は $2.2T$ となる。しかし、均一性を向上するためには周期を nT/m とすることが最もよい。また、パルスの照射周期を個別に設定することは記録ストラテジを規定するパラメータが増加することを意味するため、周期は統一するほうが好ましい。この場合、 n が偶数の場合の周

期は常に $2T$ となるが、 n が5以上の奇数の場合の周期は n の増加とともに $2T$ に漸近することになる。つまり、図5に示すように、 n が5以上の奇数の場合の周期は、 $nT/m = 2.5T$, $nT/m = 3.3T$, $nT/m = 2.25T$, $nT/m = 2.2T$ の如く、 n の増加とともに $2T$ に漸近するよう減少する。

【0113】また、最終パルスの照射後に付加されるパワー P_b の最終オフパルスの照射時間 $T_{off}(n, m)$ に着目した場合、前述のように、この最終オフパルスのパワー P_e への立上りを早める時間 T_{d2} が統一されていることから、図6に示すように、 n が偶数の場合には n の値に依らず照射時間 $T_{off}(n, m)$ を一定とし、 n が奇数の場合には n の値の増加に伴い照射時間 $T_{off}(n, m)$ が偶数の場合の照射時間 $T_{off}(n, m)$ に漸近するよう減少する記録ストラテジとなる。

【0114】以上により、本実施の形態の情報記録方法に用いる最適な記録ストラテジは以下の6種パラメータ

T_{mp}
 T_{mp}'
 δ
 T_{d1}
 T_{d2}
 T_{d2}'

で記述することができる。これは、従来のEFMの場合の69個、EFM+の場合の77個のパラメータを規定する方法に比べると明らかに少ない規定方法である。さらには、時間 T_{d1} は時間 T_{d2} に対して従属的なものであり、固定値と見做すこともできるので、実質的には5種のパラメータで記述することも可能である。

【0115】このようなパラメータを用いて規定した記録ストラテジを図7に示す。

【0116】ところで、このような記録ストラテジを適用して、記録速度（走査速度）を変更した場合は、照射時間 T_{mp} , T_{mp}' を記録時の走査線速度 v に対して変動させることで対応することが可能である。他のパラメータは基本クロック周期 $T(v)$ に対して一定とすることができる。つまり、基本クロック周期 $T(v)$ で規格化した $\delta/T(v)$, $T_{d1}/T(v)$, $T_{d2}/T(v)$, $T_{d2}'/T(v)$ は記録速度（走査速度）に依らず一定である。

【0117】 $T(v)$ と v の関係は、走査方向の単位長さ当りの情報量が一定である線密度一定の場合、 $T(v) = L_0/v$ である。ここで、 L_0 は基本クロック周期 T に対応する光情報記録媒体上の長さに相当し、一般に、チャンネルビット長と呼ばれる。DVDの場合、 $L_0 = 0.133 \mu m$ であり、CDの場合、 $L_0 = 0.278 \mu m$ 又は $0.324 \mu m$ である。つまり、走査速度が2倍になった場合は基本クロック周期 T は $1/2$ 倍になる。

【0118】このように走査速度が変わったときに、 $T_{mp}(v)/T(v)$ 及び $T_{mp}'(v)/T(v)$ は小さくなるほうが好ましい。つまり、走査速度 $v=v_L$ 、 $v=v_H$ の場合（ただし、 $v_L < v_H$ ）を考えたとき、基本クロック周期 $T(v)$ に対する相対時間としては、

$$T_{mp}(v_H)/T(v_H) > T_{mp}(v_L)/T(v_L),$$

$$T_{mp}'(v_H)/T(v_H) > T_{mp}'(v_L)/T(v_L)$$

となり、さらに実時間では、

$$T_{mp}(v_H) < T_{mp}(v_L),$$

$$T_{mp}'(v_H) < T_{mp}'(v_L)$$

となることが好ましい。

【0119】この点について、図8に示す略図を参照して説明する。ここでは、説明を簡単にするため、例えば、 $v_L=1.0$ 、 $v_H=2.0$ 、 $T_{mp}(v_L)=0.3$ 、 $T_{mp}(v_H)=0.5$ とすると、図8(a)の実時間側に示すように、 $T_{mp}(v_H) < T_{mp}(v_L)$ となるが、図8(b)に示すように、各々の基本クロック周期 $T(v_L)$ 、 $T(v_H)$ で規格化されたデューティは $T_{mp}(v_L)/T(v_L)=0.15$ 、 $T_{mp}(v_H)/T(v_H)=0.5$ で、 $T_{mp}(v_H)/T(v_H) > T_{mp}(v_L)/T(v_L)$ となる。つまり、基本クロック周期 $T(v)$ で規格化されたデューティ $T_{mp}(v)/T(v)$ 及び $T_{mp}'(v)/T(v)$ は、走査速度の大小に応じて逆転させた方がよいことを意味する。

【0120】また、照射時間 T_{mp} 、 T_{mp}' は走査速度 v の関数である $\alpha=v/v_0$ に比例する関数で表され

$$T_{mp}'(\alpha) = (T_{mp}(\alpha)/T_{mp}(1)) \times T_{mp}'(1)$$

で算出される値を用いることができる。

【0123】このように、基本クロック周期 T に対するパルス照射時間 T_{mp} を相対的に短くすることによって、 α が変動した場合でも、パワー P_w の大きく変わらない記録方法を実現することが可能である。従って、CAV記録又はZ-CLV (Zone CLV: 半径範囲毎にCLV記録を行い、擬似的なCAV記録を行う方式であり、半径範囲の0の極限をとるとCAVに相当する) に好適に適用することができる。

【0124】【光情報記録媒体へのプリフォーマット】以上のように、複雑である記録ストラテジによる記録方法も限られたパラメータで規定することが可能である。これらのパラメータの情報を各光情報記録媒体にプリフォーマットしておくことにより、情報記録装置はこれらのパラメータ情報を対称となる光情報記録媒体から読み出すことにより、精度の高い記録条件を設定することが可能となる。

【0125】本実施の形態は、光情報記録媒体にこれらのパラメータをプリフォーマットしておくことを特徴の

ることが好ましく、

$$T_{mp}(\alpha)/T(\alpha) = a \times \alpha + b$$

となることがさらに好ましい。ただし、 v_0 は光情報記録媒体の記録可能な最低走査速度であり、 α は1以上の実数である。 α の範囲は光情報記録媒体の記録可能な走査速度を表しており、例えば、直径120mmのディスク型記録媒体のCAV (Constant Angular Velocity: 角速度一定記録) 方式を用いることを考慮すると、1~2.4が好ましく、さらに好ましくは1~4である。即ち、本実施の形態で特に想定している $L_0=278$ mm、走査速度 $v=9.6$ m/s~ 38.4 m/s= $8 \times 32 \times (v_0=9.6$ m/s= $8 \times, \alpha=1 \sim 4)$ であるCD-RWの場合は、図9中に示すように、

$$0.14 \leq a \leq 0.29$$

$$0.2 \leq b \leq 0.4$$

であることが好ましい。ちなみに、図9には、 $1 \times \sim 4 \times$ のCD-RW ($v_0=1.2$ m/s, $\alpha=1 \sim 4$)、 $4 \times \sim 10 \times$ のHS CD-RW ($v_0=4.8$ m/s, $\alpha=1 \sim 2.5$)のデューティ T_{mp}/T 特性も併せて示している。また、DVD+RWでは $v_0=3.4$ 9m/s, $\alpha=1 \sim 2.4$ となっている。

【0121】定数 a 、 b は光情報記録媒体の特性に合わせて設定できるが、以下に示す

$$0.1 \leq a \leq 0.4$$

$$0.1 \leq b \leq 0.4$$

のような範囲が好ましい。このような範囲に設定することで、 α が1~4までの場合に想定される記録ストラテジに対応することが可能となる。

【0122】また、 $n=3$ の場合の照射時間 T_{mp}' も α によって変動するが、上述した関数を元に、

$$T_{mp}'(\alpha) = (T_{mp}(\alpha)/T_{mp}(1)) \times T_{mp}'(1)$$

一つとする。

【0126】プリフォーマットは任意の手法を用いることができるが、プリビット法、ウォブルエンコード法、フォーマット法がある。プリビット法は光情報記録媒体上の任意の領域にROMビットを用いて記録条件に関する情報をプリフォーマットする手法である。基板成形時にROMビットが形成されるため量産性に優れ、かつ、ROMビットを用いているので、再生信頼性及び情報量の点で有利である。しかし、ROMビットを形成する技術（即ち、ハイブリッド技術）は課題が多く、RW系のプリビットによるプリフォーマット技術は困難とされている。

【0127】フォーマット法は、光情報記録装置を用いて通常の記録と同様の手法を用いて情報を記録しておくものである。しかし、この手法は、光情報記録媒体を製造後、各媒体にフォーマットを施す必要があり、量産性の点から困難である。さらに、プリフォーマット情報を書換えることが可能であるため、媒体固有の情報を記録する手法としては適切ではない。

【0128】ウォブルエンコード法は、CD-RW、DVD+RWで実際に採用されている手法である。この手法は光情報記録媒体のアドレス情報をグループ（媒体上の案内溝）のウォブリングにエンコードする技術を利用している。エンコードの方法としては、CD-RWのATIPのように周波数変調を用いても、DVD+RWのように位相変調を用いても良い。ウォブルエンコード法は、光情報記録媒体の基板成形時にアドレス情報と一緒に基板に作成されるため、生産性に優れると同時に、プリピット法のような特殊なROMピットを形成する必要がないため、基板成形も容易に行えるという利点がある。

【0129】いま、上述したような記録ストラテジに関するパラメータのプリフォーマット例について、CD-RWの例で説明する。図10及び図11にCD-RW規格の光情報記録媒体1の各領域のフォーマット例を示す。円盤状の光情報記録媒体1において、グループが形成されたグループ形成領域には、半径方向内周側から外周側に向けて、内周部未使用領域2、テスト記録領域3、リードイン領域4、情報記録領域5、リードアウト領域6、外周部未使用領域7が順に割当てられている。

【0130】このようなCD-RWなる光情報記録媒体1の場合、プリフォーマットされるメディア情報はATIP Extra Informationである。ATIP Extra Informationはアドレス情報を示すATIPを利用した手法である。ATIPはCD-RWディスクにプリフォーマットされたアドレス情報である。CD系のディスクは音楽情報媒体がベースとなった経緯からアドレスは時間情報として表されるため、M:S:Fで表される。ここで、Mは分であり、規格上00~99の範囲をとることが可能であり、Sは秒に相当し、00~59の範囲をとる。Fはフレームであり、00~74の範囲をとる。1分=60秒であり、1秒=75フレームに相当する。M、S、Fには各々8bitの情報が与えられるため、1ATIPフレームの情報量は24bitとなる。M、S、F各々について、0~255の値を与えることが可能であるが、実際には前述の範囲しか利用していない。そのため、使用していないbitを利用すればアドレス以外の情報を付加することが可能となる。この方法を利用したのがATIP Extra Informationである。

【0131】1ATIPフレームのデータフォーマットは図12に示す通り42bitの情報からなる。最初の4bitは同期部と呼ばれ、フレームの開始を示す部分である。情報記録装置がATIPを再生するときにこの同期部をフレームの開始として認識するために同期パターンという特殊なパターンで構成される。同期部に続く5~28bit目までの24bitがアドレス情報部である。24bitはさらに8bitずつの3つの部分に分割されており、M1~M8の部分がアドレス情報のM（即ち、分）を表し、S1~S8の部分がアドレス情報のS（即ち、秒）

を表し、F1~F8の部分がアドレス情報のF（即ち、フレーム）を表す。アドレス情報部に続く29~42bit目までの14bitが「CIRC Remainder」と呼ばれる部分である。CIRC（Cross Interleaved Reed-Solomon Code）を用いた誤り訂正の符号に相当する。

【0132】CD-RWの標準規格ではアドレス情報のうち、M1、S1、F1の組合せにより、アドレス情報部の内容を以下の7種に分類している。

【0133】

(M1, S1, F1) = (0, 0, 0) 又は (1, 0, 0) : 通常アドレス

(M1, S1, F1) = (1, 0, 1) : Special Information 1

(M1, S1, F1) = (1, 1, 0) : Special Information 2

(M1, S1, F1) = (1, 1, 1) : Special Information 3

(M1, S1, F1) = (0, 0, 1) : Additional Information 1

(M1, S1, F1) = (0, 1, 0) : Additional Information 2

(M1, S1, F1) = (0, 1, 1) : Additional Information 3

【0134】これらの情報のうち、通常アドレス以外の情報をATIP Extra Informationとしている。これらのATIP Extra Informationにはディスク固有の情報が与えられており、その例としては、ディスクの種類に関する情報、記録条件（記録パワーや最適記録パワーを設定するためのパラメータ、ストラテジを規定するパラメータ）などがある。

【0135】ATIP Extra Informationは光情報記録媒体1のリードイン領域4に入れられており、通常アドレスが9フレーム続いた後にATIP Extra Informationが1フレーム付加される。即ち、6種類のATIP Extra Informationを再生するためには、リードイン領域4を少なくとも60フレーム再生する必要があることになる。

【0136】ここで、本実施の形態の情報記録方法における記録ストラテジを規定するパラメータとして、基本クロック周期Tで規格化された T_{d1}/T 、 T_{d2}/T 、 $T_{d2'}/T$ 、 T_{mp}/T 、 $T_{mp'}/T$ 、 δ/T なる6種類を採用し、光情報記録媒体1にプリフォーマットすることを考える。情報はATIP Extra InformationのうちのAdditional Information 1に入れるものとする。

【0137】Additional Information 1のうち、M1、S1、F1は各々0、0、1に固定されるため、アドレス情報部は図13に示す通りになる。そこで、各bitを以下のパラメータの表現に割当てることとする。

【0138】(M2, M3, M4) : T_{d1}/T

(M5, M6, M7) : T_{d2}/T

(M8, S2, S3) : $T_{d2'}/T$

(S4, S5, S6) : T_{mp}/T

(S7, S8, F2) : $T_{mp'}/T$

(F3, F4, F5) : δ/T

【0139】この例では、各パラメータに3bit分の情報量を与えている。即ち、各パラメータ毎に8水準の情

報を与えることができる。各bitとパラメータの値(実数)の関係は変換テーブルを用いることで行う。各bitと各パラメータとの変換テーブル11a~11fの例を図15~図20に示す。

【0140】いま、或る光情報記録媒体1が以下のパラメータの値で最も良い特性で記録可能であるとする。

【0141】 $T_{d1}/T=0.50$

$T_{d2}/T=0.00$

$T_{d2'}/T=0.25$

$T_{mp}/T=1.00$

$T_{mp'}/T=1.60$

$\delta/T=0.14$

【0142】図15~図20に示す変換テーブル11a~11fに基づいて各bitの値を求めると、

(M2, M3, M4) = (0, 1, 1)

(M5, M6, M7) = (1, 0, 0)

(M8, S2, S3) = (1, 0, 1)

(S4, S5, S6) = (1, 0, 0)

(S7, S8, F2) = (1, 0, 1)

(F3, F4, F5) = (0, 1, 0)

となる。従って、Additional Information 1にプリフォーマットされる各パラメータのbit情報は図14に示すようになる(ここで、Xは定義されていないため任意である)。

【0143】物理的な特性が異なり、記録ストラテジの各パラメータのうち最適な値が異なる場合には同様に交換テーブル11a~11fを用いて変換したbit情報をAdditional Information 1にプリフォーマットしておけばよい。

【0144】ところで、ウォブルエンコードによる手法では、他の手法と比較すると絶対的な情報量が少なくなる傾向にある。通常、ウォブル周波数は記録情報の周波数に対して、相互干渉が起こらない周波数帯域をとる。周波数で30分の1以下、さらに好ましくは100分の1以下である。さらに、変調方式に周波数変調を用いるとさらに情報密度が低下し、CD-RWのATIP EXTRA INFORMATIONのように、アドレス情報の冗長性を利用した場合はさらに情報密度が低下してしまう。

【0145】もっとも、情報量が不足した場合は、新たな領域を設けても良い。CD-RWの場合は、リードイン領域4にATIP EXTRA INFORMATIONがエンコードされているが、この領域のみで不足する場合は、ディスク内周部又は外周部の未使用領域2又は7にエンコードしても良い。未使用領域2, 7の例としては、PCA (Power Calibration Area=テスト記録領域)よりも内周部やリードアウト領域6の外周部を挙げることができる。

【0146】また、エンコードされるパラメータは上述した例の如く、実数を2進数に変換した値をエンコードしてもよく、変換テーブルを用いて変換した情報をエンコードしても良い。ただし、何れの方法を用いても情報

記録装置上では、エンコードした情報をデコードし、正しく記録ストラテジを設定することができる手段が必要である。

【0147】〔記録ストラテジ生成方法〕CD-RWなる光情報記録媒体1に対応した情報記録装置は、当該光情報記録媒体1への記録動作時(媒体をマウントした場合も含む)に、上記のATIP ExtraInformationを再生する。上述した光情報記録媒体1に対応した記録装置では、Additional Information 1を再生することが必要であり、さらにそのbitを実数に変換するための変換テーブルを有することが必要である。情報記録装置はAdditional Information 1を再生し各bitの値を光情報記録媒体1から得る。そのbit情報に対して変換テーブル11a~11fを用いてパラメータの実数値を取得することができる。情報記録装置はこれらのパラメータの実数値を基に最適な記録ストラテジを設定することができる。最適な記録ストラテジが異なる光情報記録媒体1、つまり、各パラメータ値が異なる光情報記録媒体1では、Additional Information 1に最適なパラメータがプリフォーマットされているため、情報記録装置は光情報記録媒体毎に最適な記録ストラテジを設定することが可能となる。

【0148】このような記録ストラテジ生成方法の処理手順を図21に示す概略フローチャートを参照して説明する。この処理は、例えば情報記録装置において後述するシステムコントローラにより実行される。

【0149】まず、記録動作に先立ち、マウントされて対象となる光情報記録媒体1からプリフォーマット情報を再生する(ステップS1)。即ち、記録ストラテジに関するパラメータ T_{d1}/T , T_{d2}/T , $T_{d2'}/T$, T_{mp}/T , $T_{mp'}/T$, δ/T が記録されているアドレスにアクセスし、そのプリフォーマット情報を再生する。再生されたプリフォーマット情報(パラメータ T_{d1}/T , T_{d2}/T , $T_{d2'}/T$, T_{mp}/T , $T_{mp'}/T$, δ/T のbit情報)をデコードする(S2)。即ち、変換テーブル11a~11fを用いて各パラメータ情報をbit情報から実数情報に変換する。そして、変換されたパラメータ T_{d1} , T_{d2} , $T_{d2'}$, T_{mp} , $T_{mp'}$, δ の実数情報を用いて最適なマルチパルスパターンとなるように記録ストラテジを生成して設定する(S3)。この後、必要に応じて、最適記録パワーの設定処理を行う(S4)。即ち、設定された記録ストラテジの妥当性検証と最適な記録パワーを設定するために行う試書きであり、試書きの例として、CD-R/RW, DVD+RW/Rで採用されているOPC (Optimum Power Control)を用いても良い。そして、記録動作に際しては、このような動作で決定された記録パワーを用いて所定の記録ストラテジを基に記録を行う(S5)。

【0150】〔情報記録装置〕次に、前述した記録スト

ラテジによる情報記録方法を実現するための情報記録装置の構成例について、図22を参照して説明する。

【0151】まず、CD-RWなる光情報記録媒体1に対して、この光情報記録媒体1を回転駆動させるスピンドルモータ21を含む回転制御機構22が設けられているとともに、光情報記録媒体1に対してレーザ光を集光照射させる対物レンズや半導体レーザLD23等のレーザ光源を備えた光ヘッド24がディスク半径方向にシーク移動自在に設けられている。光ヘッド24の対物レンズ駆動装置や出力系に対してはアクチュエータ制御機構25が接続されている。このアクチュエータ制御機構25にはプログラマブルBPF26を含むウォブル検出部27が接続されている。ウォブル検出部27には検出されたウォブル信号からアドレスを復調するアドレス復調回路28が接続されている。このアドレス復調回路28にはPLLシンセサイザ回路29を含む記録クロック生成部30が接続されている。PLLシンセサイザ回路29には速度制御手段としてのドライブコントローラ31が接続されている。

【0152】システムコントローラ32に接続されたこのドライブコントローラ31には、回転制御機構22、アクチュエータ制御機構25、ウォブル検出部27及びアドレス復調回路28も接続されている。

【0153】また、システムコントローラ17はCPU等を備えた、いわゆるマイコン構成のものであり、前述した変換テーブル11a~11f等を含むROM33を備えている。また、このシステムコントローラ17には、EFMエンコーダ34、マーク長カウンタ35、パルス数制御部36が接続されている。これらのEFMエンコーダ34、マーク長カウンタ35、パルス数制御部36及びシステムコントローラ17には、発光波形制御手段となる記録パルス列制御部37が接続されている。この記録パルス列制御部37は、記録ストラテジにより規定されるマルチパルス（オンパルス、オフパルス）を生成するマルチパルス生成部38と、エッジセクタ39と、パルスエッジ生成部40とが含まれている。

【0154】この記録パルス列制御部37の出力側には、記録パワーPw、消去パワーPe、バイアスパワーPbの各々の駆動電流源41をスイッチングすることで光ヘッド24中の半導体レーザLD23を駆動させる光源駆動手段としてのLDドライバ部42が接続されている。

【0155】このような構成において、光情報記録媒体1に記録するためには、目的の記録速度に対応する記録線速度となるようにスピンドルモータ21の回転数をドライブコントローラ31による制御の下、回転制御機構22により制御した後に、光ヘッド24から得られるブッシュ信号からプログラマブルBPF26によって分離検出されたウォブル信号からアドレス復調するとともに、PLLシンセサイザ回路29によって記録チャネ

ルクロックを生成する。次に、半導体レーザLD23による記録パルス列を発生させるため、記録パルス列制御部37には記録チャネルクロックと記録情報であるEFMデータが入力され、記録パルス列制御部37中のマルチパルス生成部38により図7に示したような記録ストラテジに従うマルチパルスを生成し、LDドライバ部42で前述のPw、Pe、Pbなる各々の照射パワーとなるように設定された駆動電流源41をスイッチングすることで、記録パルス列に従うLD発光波形を得ることができる。

【0156】ところで、本実施の形態では、記録パルス列制御部37中に、記録チャネルクロック周期の1/20の分解能を有する多段のパルスエッジ生成部40を配置しており、エッジセクタ（マルチプレクサ）39に入力された後、パラメータTd1に基づきシステムコントローラ32によって選択されたエッジパルスによって第1のパルスの立上り制御信号等を生成する。パルスエッジ生成部40用の多段遅延回路は、高分解能のゲート遅延素子やリングオシレータとPLL回路によって構成することができる。

【0157】このように生成された第1のパルスの立上り制御信号を基準に、パラメータTmp、Tmp'、 δ や周期nT/m等に基づき基準クロック周期Tに同期したマルチパルス列が生成される。同様に、最終オフパルスの照射時間Toff(n, m)に関しても、パラメータTd2或いはTd2'に基づきシステムコントローラ32によって選択されたエッジパルスによって最終オフパルスの立上り制御信号等を生成する。

【0158】また、本実施の形態のような構成の記録パルス列制御部37では、EFMエンコーダ34から得られるEFM信号のマーク長を計数するためのマーク長カウンタ35が配置されており、そのマークカウント値が2T増加する毎に1組のパルス（パワーPwによるオンパルスとパワーPbによるオフパルス）とが生成されるようにパルス数制御部36を介してマルチパルスを生成するようにしている。この動作は、第1のパルスの後エッジをエッジセクタ39で選択した後、次の記録チャネルクロック周期から生成されるエッジパルスで後続のマルチパルスの前エッジを選択し、その次の記録チャネルクロック周期から生成されるパルスエッジでそのマルチパルスの後エッジを選択することで可能となる。

【0159】別のマルチパルス生成部の構成としては、記録チャネルクロックを2分周した記録分周クロックを生成し、これを多段遅延回路を用いてエッジパルスを生成し、エッジセクタで前後のエッジを選択することで記録チャネルクロックが2T増加する毎に1組のパルス（パワーPwによるオンパルスとパワーPbによるオフパルス）を生成することもできる。この構成の場合、マルチパルス生成部の実質的な動作周波数は1/2となり、さらに高速記録動作が可能となる。

【0160】〔変形例〕上述した説明では、相変化型の光情報記録媒体への適用例として説明したが、追記のみ可能なCD-R、DVD-R等のいわゆる色素系の光情報記録媒体の場合にも適用可能である。この場合、照射するパワーに関して、 $P_e \approx P_b$ と見做し、図23に示すように照射パワー P_w によるパルス $P_{on}(n, i)$ とパルス $P_{on}(n, i+1)$ との間を照射パワー P_b で照射する2値パターンとなる。

【0161】

【実施例】以下、上述の実施の形態に準ずる実施例を説明する。

【0162】

【実施例1】ポリカーボネート製CD-RW用基板上に下部誘電体層、記録層、上部誘電体層、反射層を順次スパッタリング法を用いて成膜した。下部誘電体層材料及び上部誘電体層材料としてZnSにSiO₂を20mol%混合した誘電体を用い、記録層としてAgInSbTe合金に微量のGeを添加した材料を用いた。反射層材料にはAgを用いた。下部誘電体層の膜厚を70nm、記録層膜厚を15nm、上部誘電体層を20nm、反射層を140nmとした。さらに、その上に樹脂製の保護層をスピンコーティング法で成膜し、紫外線を照射することで硬化した。保護層材料は市販のCD用保護層材料である紫外線効果樹脂を用いた。保護層の膜厚は約10μmであった。

【0163】成膜後、記録層は急冷状態にあり、アモルフラス状態である。そのため、ディスク全面を結晶化するために、CD-RW用初期化装置を用いて初期化した。初期化は高出力レーザを全面に照射及び走査することで行った。初期化レーザは波長830nmであり、ビーム径は走査方向に1μm、その垂直方向に80μmであった。照射強度は800mW（消費電力）で走査速度は2.5m/sとした。完成したディスクは未記録状態でCD-RWディスクの各規格を満足するものであった。

【0164】このようなディスクにCDの24倍速相当の記録実験を行った。情報記録・再生装置としてパルステック工業製DDU1000を用い、記録ストラテジ発生装置としてソニーテクトロニクス製AWG610を使用した。作成したストラテジパターンは図7に示すものであり、各パラメータは以下の通りとした。

【0165】 $T = 9.6 \text{ ns}$

$T_{mp}/T = 1.125$

$T_{mp}'/T = 1.563$

$\delta/T = 0.125$

$T_{d1}/T = 0.50$

$T_{d2}/T = 0.05$

$T_{d2}'/T = 0.10$

【0166】このようなパラメータ設定の記録ストラテジを用いて24倍速相当の記録を行った。記録条件は以

下の通りである。

【0167】 $P_w = 32 \text{ mW}$

$P_e = 11 \text{ mW}$

$v = 28.8 \text{ m/s}$

DOW回数=1~1000

（DOW: Direct Over Writeの略。消去動作を伴わない書換えのことであり、CD-RW規格では1000回以上可能としている）

【0168】記録後にCDの標準速（ $v = 1.2 \text{ m/s}$ ）で3Tマークジッタ、3Tスペースジッタを測定したところ、表1に示すような結果が得られた。

【0169】

【表1】

DOW回数	3Tマークジッタ(ns)	3Tスペースジッタ(ns)
0	17	19
1	27	31
10	23	27
1000	27	33

【0170】表1に示す結果によれば、DOW回数1000回まで、CD-RW標準規格であるジッタ<35ns以下なる条件を満足していることを確認できたものである。

【0171】

【実施例2】実施例1で作成したCD-RWディスクにCDの8倍速相当の記録を行った。記録ストラテジは実施例1のストラテジ中の T_{mp}/T と T_{mp}'/T のみを変更した。

【0172】

$T_{mp}/T = 0.500$ （実施例1の4/9）

$T_{mp}'/T = 0.695$ （実施例1の4/9）

$T = 28.9 \text{ ns}$

δ/T 、 T_{d1}/T 、 T_{d2}/T 、 T_{d2}'/T は実施例1と同一の値を用いた。

【0173】記録条件は以下の通りとした。

$P_w = 30 \text{ mW}$

$P_e = 9 \text{ mW}$

$v = 9.6 \text{ m/s}$

DOW回数=1~1000回

【0174】記録後に標準速で3Tマークジッタ、3Tスペースジッタを測定したところ、表2に示すような結果が得られた。

【0175】

【表2】

DOW回数	3Tマークジッタ(ns)	3Tスペースジッタ(ns)
0	14	17
1	25	28
10	21	24
1000	24	27

【0176】表2に示す結果によれば、照射時間 T_{mp} , T_{mp}' を4/9倍にすることだけで、8倍速相当でも記録可能であることを確認できたものである。また、DOW回数1000回でも、ジッタ<35nsであり、良好な特性を示していることを確認できたものである。

【0177】

【実施例3】実施例1、実施例2を考慮すると、光情報記録媒体1には以下のパラメータ情報をプリフォーマットしておくことで、情報記録装置は最適な記録ストラテジを設定することができる。

【0178】 $\delta/T=0.125$

$T_{d1}/T=0.50$

$T_{d2}/T=0.05$

$T_{d2}'/T=0.10$

$a=3.125$

$b=0.188$

$\alpha=3$

【0179】

【発明の効果】請求項1、20記載の発明によれば、基本的に、時間的長さ nT が $2T$ 増加する毎に照射パワー P_w のパルスを1個増加させたマルチパルスにより記録マークを形成する記録ストラテジを利用するので、1パルス当りの照射時間 T_{on} を基本クロック周期 T に対して長くとれるため、発光の立上りに要する時間の影響を少なくでき、低い記録パワーで高い変調度と低いジッタを実現することができる上に、 n が奇数の場合の最終パルス以外の全ての各パルスの照射時間 T_{on} を全て同じとする記録ストラテジとすることで、特性に影響の少ないパラメータを統一しているので、少ないパラメータで記録ストラテジを精度よく規定することができる。

【0180】請求項2、21記載の発明によれば、基本的に、時間的長さ nT が $2T$ 増加する毎に照射パワー P_w のパルスを1個増加させたマルチパルスにより記録マークを形成する記録ストラテジを利用するので、1パルス当りの照射時間 T_{on} を基本クロック周期 T に対して長くとれるため、発光の立上りに要する時間の影響を少なくでき、低い記録パワーで高い変調度と低いジッタを実現することができる上に、第1のパルスの照射開始時間を論理的な記録マーク開始時間から時間 T_{d1} だけ遅らせるとともに第2以降のパルスの照射開始時間の周期を nT/m とする記録ストラテジとしているので、マーク形状の均一性に影響の少なくなるようにパラメータを統一することができ、少ないパラメータで記録ストラテジを精度よく規定することができる。

【0181】請求項3、4、22、23記載の発明によれば、基本的に、 $n=2m$, $n=2m+1$ の異なる長さのマークを同じ m 個のパルスで形成する記録ストラテジを利用するので、1パルス当りの照射時間を基本クロック周期 T に対して長くとれるため、発光の立上りに要す

る時間の影響を少なくでき、低い記録パワーで高い変調度と低いジッタを実現することができる上に、 $T_{on}(n1, i) = T_{on}(n2, i)$ とする記録ストラテジを含む記録ストラテジとすることで、特性に影響の少ない条件下で極力パルスの共通化を図っているのので、少ないパラメータで記録ストラテジを精度よく規定することができる。

【0182】請求項5、24記載の発明によれば、請求項4、23記載の発明において、 n が偶数のマーク長の場合には最終パルスの照射時間も他のパルスの照射時間と共通化させることができ、記録ストラテジに関するパラメータを減らすために効果的となる。

【0183】請求項6、25記載の発明によれば、請求項5、24記載の発明において、 n が奇数のマーク長の場合には、共通なパラメータ δ を用いてその最終パルスの照射時間で補正しているので、マークジッタ、スペースジッタを最小限に抑えることができる上に、統一された共通のパラメータ δ を用いればよいので、少ないパラメータで記録ストラテジを正確に規定することが可能となる。

【0184】請求項7、26記載の発明によれば、請求項3ないし6、22ないし25記載の発明において、例えば色素系の追記型なる光情報記録媒体に対する2値のパワーを用いた記録の場合にも適用することができる。

【0185】請求項8、27記載の発明によれば、請求項7、26記載の発明において、例えば相変化記録材料による書換え型なる光情報記録媒体に対する3値のパワーを用いた記録の場合に適用することで、ダイレクトオーバライトが可能となる。

【0186】請求項9、28記載の発明によれば、請求項3ないし8、22ないし27記載の発明において、第1のパルスの照射開始時間を論理的な記録マーク開始時間から時間 T_{d1} だけ遅らせるとともに第2以降のパルスの照射開始時間の周期を nT/m とする記録ストラテジとすることで、マーク形状の均一性に影響の少なくなるようにパラメータを統一することができ、少ないパラメータで記録ストラテジを精度よく規定することができる。

【0187】請求項10、29記載の発明によれば、請求項9、28記載の発明において、最終オフパルスを論理的なデータ終了時間より時間 T_{d2} だけ早く照射パワー P_e とさせるという全てに共通なパラメータ T_{d2} を用いる記録ストラテジとすることで、照射パワー P_b の照射時間を媒体毎に最適化できるため、スペースジッタを低減することができ、少ないパラメータで記録ストラテジを精度よく規定することができる。

【0188】請求項11、30記載の発明によれば、請求項3ないし10、22ないし29記載の発明において、記録時の走査速度に対してパルスの照射時間のデュティ T_{mp}/T のみを変動させることで、異なる走査

速度に対応できる記録ストラテジとしているので、少ないパラメータで幅広い走査速度範囲で良好なジッタを実現することができ、特に、基本クロック周期 T に対するパルスの照射時間 T_{mp} を相対的に短くすることにより、走査速度が変化する場合でも記録用の照射パワー P_w の大きさが変わらず記録ストラテジに変更を要しない記録方式となる。

【0189】請求項12、31記載の発明によれば、請求項11、30記載の発明を実現する上で、そのパラメータの最適化を図ることができる。

【0190】請求項13、32記載の発明によれば、請求項11、12、30、31記載の発明において、第1のパルスで最終パルスとなる1つのみのパルスを用いる $n=3$ の場合にも、記録時の走査速度に対してパルスの照射時間のデューティ T_{mp}'/T のみを変動させることで、異なる走査速度に対応できる記録ストラテジとしているので、少ないパラメータで幅広い走査速度範囲で良好なジッタを実現することができ、特に、基本クロック周期 T に対するパルスの照射時間 T_{mp}' を相対的に短くすることにより、走査速度が変化する場合でも記録用の照射パワー P_w の大きさが変わらず記録ストラテジに変更を要しない記録方式となる。

【0191】請求項14、33記載の発明によれば、請求項13、32記載の発明において、実時間に関しては $n=3$ の場合も $n \geq 4$ の場合と共通化を図ることで、記録ストラテジに関するパラメータを減らすために効果的となる。

【0192】請求項15、34記載の発明によれば、請求項11ないし14、30ないし33記載の発明を実現する上で、そのパラメータの最適化を図ることができる。

【0193】請求項16、35記載の発明によれば、請求項15、34記載の発明を実現する上で、そのパラメータの最適化を図ることができる。

【0194】請求項17、36記載の発明によれば、請求項11、12、15、16、30、31、35、36記載の発明を実現する上で、そのパラメータの最適化を図ることができる。

【0195】請求項18、37記載の発明によれば、基本的に、時間的長さ nT が $2T$ 増加する毎に照射パワー P_w のパルスを1個増加させたマルチパルスにより記録マークを形成する記録ストラテジを利用するので、1パルス当りの照射時間 T_{on} を基本クロック周期 T に対して長くとれるため、発光の立上りに要する時間の影響を少なくでき、低い記録パワーで高い変調度と低いジッタを実現することができる上に、 n が偶数の場合の記録マーク形成時の第2以降のパルスの照射開始時間の周期は n の値に依らず一定とし、 n が奇数の場合の記録マーク形成時の第2以降のパルスの照射開始時間の周期は n の値の増加に伴い減少する記録ストラテジとすることで、

特性に影響の少ないパラメータを nT/m として統一しているため、少ないパラメータで記録ストラテジを精度よく規定することができる。

【0196】請求項19、38記載の発明によれば、基本的に、時間的長さ nT が $2T$ 増加する毎に照射パワー P_w のパルスを1個増加させたマルチパルスにより記録マークを形成する記録ストラテジを利用するので、1パルス当りの照射時間 T_{on} を基本クロック周期 T に対して長くとれるため、発光の立上りに要する時間の影響を少なくでき、低い記録パワーで高い変調度と低いジッタを実現することができる上に、最終パルスの照射後に付加される照射パワー P_b の最終オフパルスの照射時間 $T_{off}(n, m)$ を、 n が偶数の場合には n の値に依らず一定とし、 n が奇数の場合には n の値の増加に伴い減少する記録ストラテジとすることで、特性に影響の少ないパラメータを統一しているため、少ないパラメータで記録ストラテジを精度よく規定することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態の記録ストラテジの概略を示す波形図である。

【図2】 $3T$ 、 $4T$ 、 $5T$ 、 $10T$ 及び $11T$ を抽出してその考察用の記録ストラテジの概略を示す波形図である。

【図3】 $T_{on}(n, m)$ とマークデビエーション $D(n)$ との関係を示す特性図である。

【図4】最終パルス以外のパルス $T_{on}(n, i)$ とマークデビエーション $D(n)$ との関係を示す特性図である。

【図5】 n が奇数の場合にパルス周期の減少する様子を概略的に示す特性図である。

【図6】 n が奇数の場合に最終オフパルスの照射時間の減少する様子を概略的に示す特性図である。

【図7】数少ないパラメータにより規定される本実施の形態の記録ストラテジの概略を示す波形図である。

【図8】走査速度の変化に伴い照射時間のデューティが変化する様子を略図で示す説明図である。

【図9】走査速度の変化に伴い照射時間のデューティを変化させる関数を示す特性図である。

【図10】光情報記録媒体の領域割当てを示す平面図である。

【図11】その断面構造図である。

【図12】1ATIPフレームのデータフォーマットを示す説明図である。

【図13】アドレス情報部のパラメータのプリフォーマット割当て領域を示す説明図である。

【図14】プリフォーマットされたbit情報例を示す説明図である。

【図15】パラメータ T_{d1} 用の変換テーブルを示す説明図である。

【図16】パラメータ T_{d2} 用の変換テーブルを示す説

明図である。

【図17】パラメータ T_{d2}' 用の変換テーブルを示す説明図である。

【図18】パラメータ T_{mp} 用の変換テーブルを示す説明図である。

【図19】パラメータ T_{mp}' 用の変換テーブルを示す説明図である。

【図20】パラメータ δ 用の変換テーブルを示す説明図である。

【図21】記録ストラテジ生成プロセスの概略を示すフローチャートである。

【図22】情報記録装置の構成例を示す概略ブロック図である。

【図23】変形例の記録ストラテジの概略を示す波形図である。

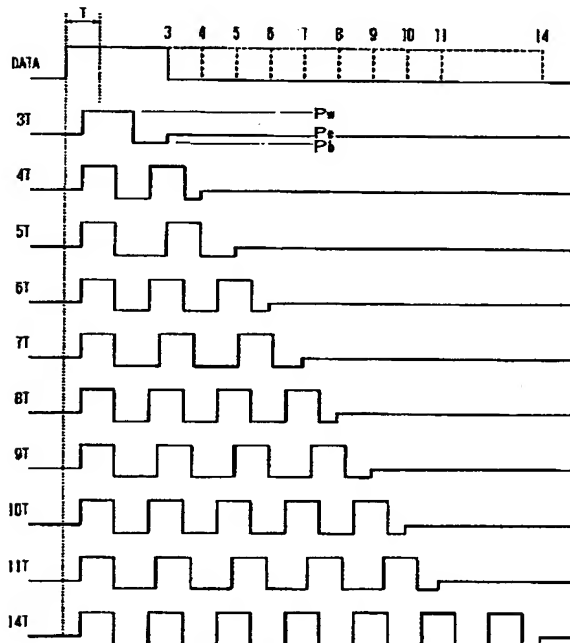
【図24】従来例の記録ストラテジの概略を示す波形図である。

【図25】理想的な照射波形に対する実際の発光波形を示す説明図である。

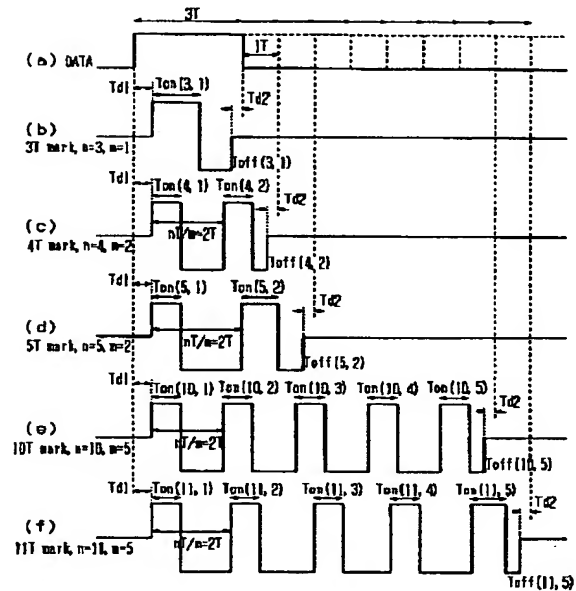
【符号の説明】

- 1 光情報記録媒体
- 22 回転駆動機構
- 23 レーザ光源
- 31 速度制御手段
- 37 発光波形制御手段
- 42 光源駆動手段

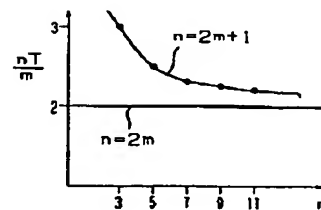
【図1】



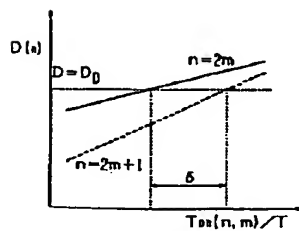
【図2】



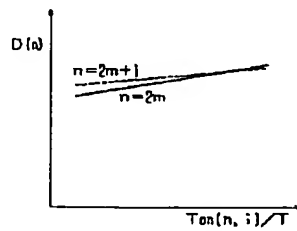
【図5】



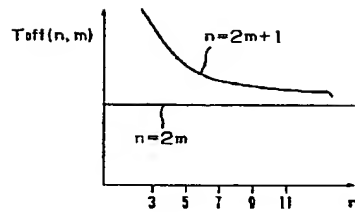
【図3】



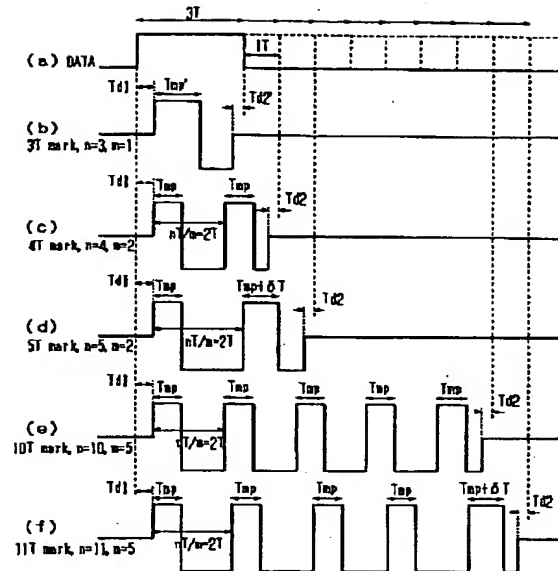
【図4】



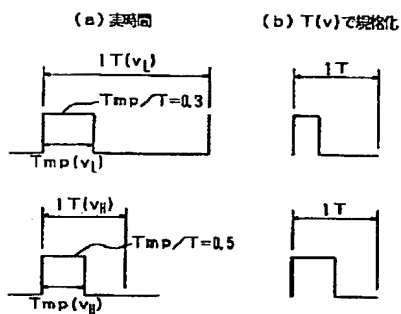
【図6】



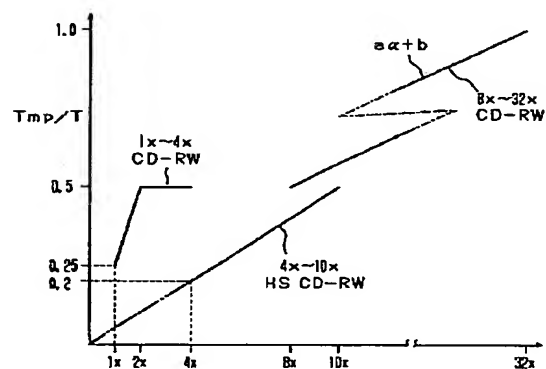
【図7】



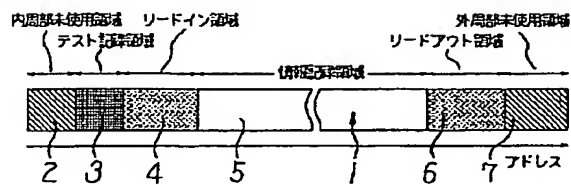
【図8】



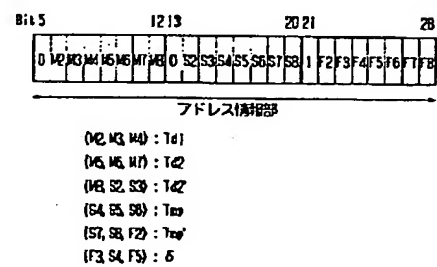
【図9】



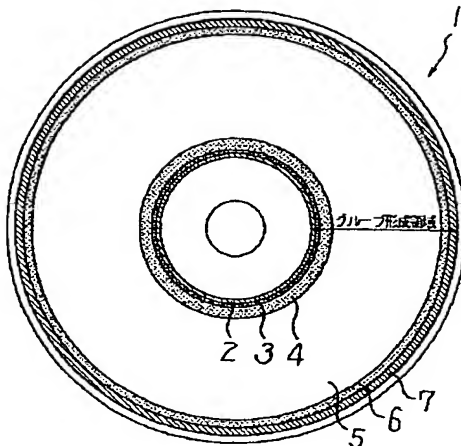
【図11】



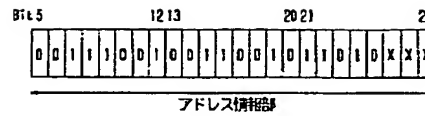
【図13】



【図 10】



【図 14】



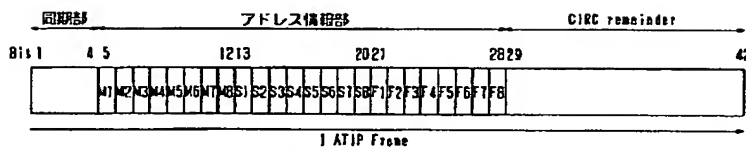
【図 15】

パラメータ: Td1

M2	M3	M4	値
0	0	0	Td1=0.00
0	0	1	Td1=0.25
0	1	0	Td1=0.38
0	1	1	Td1=0.50
1	0	0	Td1=0.63
1	0	1	Td1=0.75
1	1	0	Td1=0.88
1	1	1	Td1=1.00

11a

【図 12】



(M1, S1, F1) = (0, 0, 0) または (1, 0, 0) : 通常アドレス
 (M1, S1, F1) = (1, 0, 1) : Special Information 1
 (M1, S1, F1) = (1, 1, 0) : Special Information 2
 (M1, S1, F1) = (1, 1, 1) : Special Information 3
 (M1, S1, F1) = (0, 0, 1) : Additional Information 1
 (M1, S1, F1) = (0, 1, 0) : Additional Information 2
 (M1, S1, F1) = (0, 1, 1) : Additional Information 3

【図 16】

パラメータ: Td2

M5	M6	M7	値
0	0	0	Td2/T=-1.00
0	0	1	Td2/T=-0.75
0	1	0	Td2/T=-0.50
0	1	1	Td2/T=-0.25
1	0	0	Td2/T=0.00
1	0	1	Td2/T=0.25
1	1	0	Td2/T=0.50
1	1	1	Td2/T=1.00

11b

【図 17】

パラメータ: Td2'

M8	S2	S3	値
0	0	0	Td2'/T=-1.00
0	0	1	Td2'/T=-0.75
0	1	0	Td2'/T=-0.50
0	1	1	Td2'/T=-0.25
1	0	0	Td2'/T=0.00
1	0	1	Td2'/T=0.25
1	1	0	Td2'/T=0.50
1	1	1	Td2'/T=1.00

11c

【図 18】

パラメータ: Temp

S4	S5	S6	値
0	0	0	Temp/T=0.50
0	0	1	Temp/T=0.63
0	1	0	Temp/T=0.75
0	1	1	Temp/T=0.88
1	0	0	Temp/T=1.00
1	0	1	Temp/T=1.17
1	1	0	Temp/T=1.33
1	1	1	Temp/T=1.50

11d

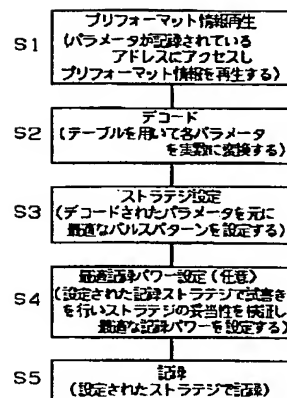
【図 2 1】

S7	S8	F2	值
0	0	0	$T_{mp}/T=0.50$
0	0	1	$T_{mp}/T=0.75$
0	1	0	$T_{mp}/T=1.00$
0	1	1	$T_{mp}/T=1.20$
1	0	0	$T_{mp}/T=1.40$
1	0	1	$T_{mp}/T=1.60$
1	1	0	$T_{mp}/T=1.80$
1	1	1	$T_{mp}/T=2.00$

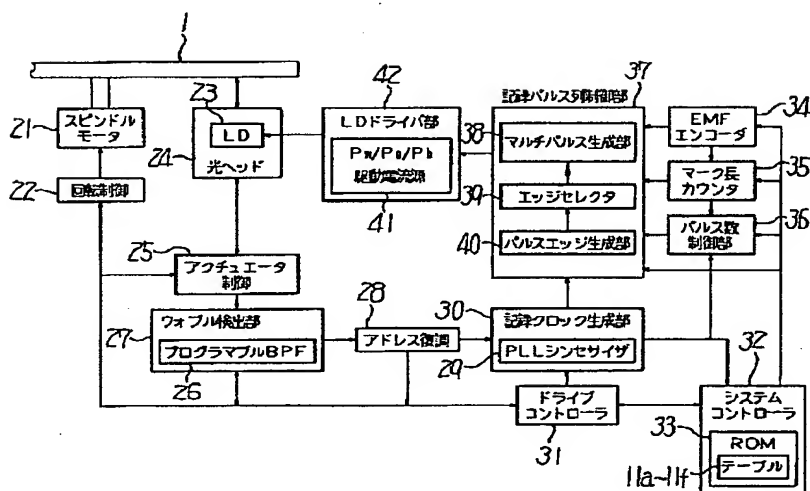
He

F3	F4	F6	值
0	0	0	$\delta/T=0.00$
0	0	1	$\delta/T=0.07$
0	1	0	$\delta/T=0.14$
0	1	1	$\delta/T=0.21$
1	0	0	$\delta/T=0.28$
1	0	1	$\delta/T=0.35$
1	1	0	$\delta/T=0.72$
1	1	1	$\delta/T=0.50$

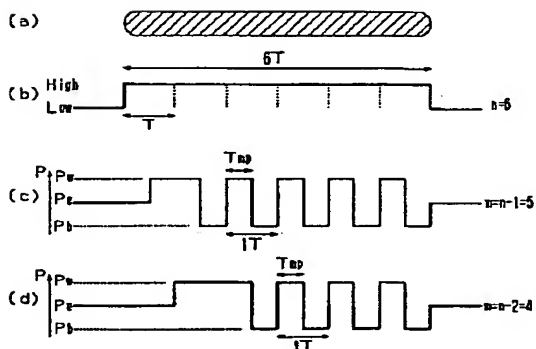
~if



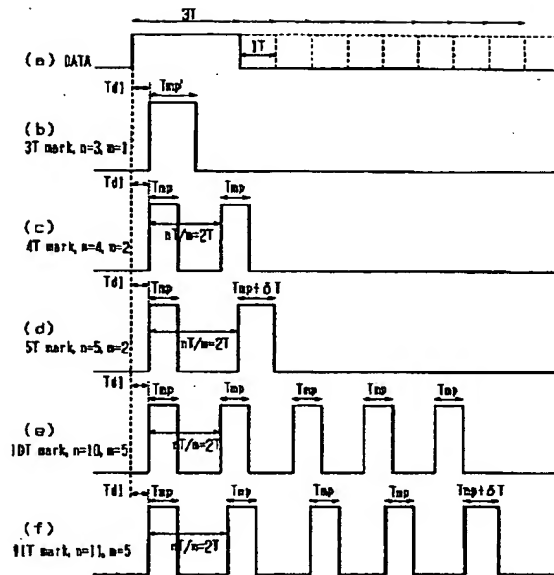
【图 22】



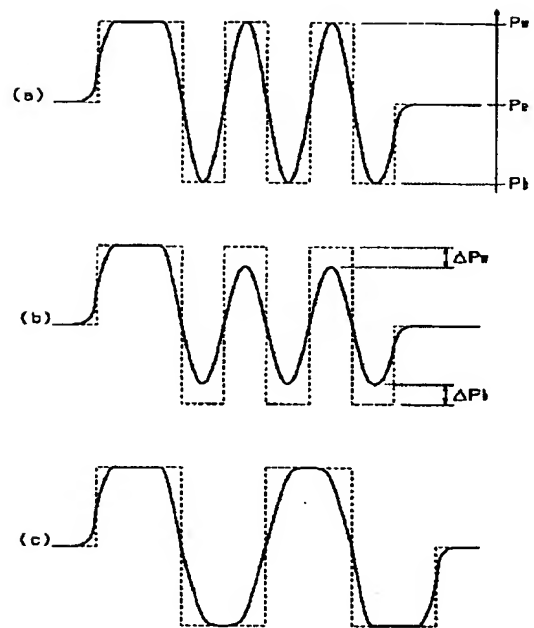
【图 24】



【図 23】



【図 25】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.